HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN PORTUGUESA

Luis de Albuquerque

COLECCIONES
MAPFRE 1492

En los siglos XIII al XV, la navegación estaba dominada por el binomio comercio-corso, pero hay constancia documental de un navío mercante luso en 1194. La importancia del volumen de negocios con los extranjeros se refleja en la reserva financiera para apoyo del comercio marítimo que creara don Dionis en 1293. En consonancia con este incremento se desarrollaba la marina que los había de servir. Los comerciantes portugueses tenían un peso social y prueba de ello es la creación en 1380 de la «compañía de naves», considerada como la primera organización de seguros en Portugal. La experiencia y los conocimientos de los pilotos fueron creciendo, de modo que los navegantes utilizados por el Infante don Henrique conocían los medios de navegación más importantes de su tiempo. La aparición de la navegación astronómica permitió navegar mar adentro. Instrumentos de altura, cartografía y reglas náuticas, entre otras, son las aportaciones de la náutica portuguesa que Luis de Albuquerque presenta en esta documentada obra.

Luis de Albuquerque (Lisboa, 1917-1992). Licenciado en Matemáticas. Ingeniero Geógrafo. Profesor de la Universidad de Coimbra. De la Academia Portuguesa de la Historia. Obras: *Os descubrimentos Portugueses* (1985), *Os Instrumentos Náuticos* (1988), *O Livro de Marinharía de André Pires* (1989, 2.ª ed.).

Colección Portugal y el Mundo

HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN PORTUGUESA

Director coordinador: José Andrés-Gallego
Traducción: José Manuel Fuentes
Diseño de cubierta: José Crespo

Paseo de Recoletos, 25 - 28004 Madrid
ISBN: 84-7100-365-1
Depósito legal: M. 27088-1992
Impreso en los talleres de Mateu Cromo Artes Gráficas, S. A.
Carretera de Pinto a Fuenlabrada, s/n. Km. 20,800 (Madrid)
Impreso en España-Printed in Spain

LUIS DE ALBUQUERQUE

HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN PORTUGUESA

EDITORIAL
MAPFRE

[illegible]
Traducción: José Manuel [illegible]
Diseño de cubierta: José Crespo

Paseo de Recoletos, 25 - 28004 Madrid
ISBN: [illegible]
Depósito legal: M. [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

El autor de esta obra falleció el día 22 de enero de 1992. Esta triste circunstancia ha impedido la revisión por el propio autor de los textos e ilustraciones que entregó para su edición.

La Fundación MAPFRE-América y la Editorial MAPFRE han respetado la versión original como homenaje póstumo al que fue ilustre investigador, don Luis de Albuquerque.

El autor de esta obra falleció el día 22 de enero de 1992. Esta triste circunstancia ha impedido la revisión por el propio autor de los textos e ilustraciones que entregó para su edición.

La Fundación MAPFRE América y la Editorial MAPFRE han respetado la versión original como homenaje póstumo al que fue ilustre investigador, don Luis de Albuquerque.

ÍNDICE

Capítulo I. LOS PRIMEROS PASOS DE LAS NAVEGACIONES PORTUGUESAS Y EL ARTE DE NAVEGAR MEDITERRÁNEO 11
Comercio mercante y comercio corsario en Portugal antes del siglo XV 11
Los mercaderes extranjeros, los mercaderes portugueses y la marina real 16
La náutica mediterránea y Portugal 25
El arte de navegar en el Mediterráneo 31

Capítulo II. EL PRIMER PASO PARA LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA 45

Capítulo III. LA APARICIÓN DE LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA 59
La navegación por alturas-distancias. La navegación con recursos a latitudes, deducidas de la observación de la Estrella Polar y otras estrellas 59
Perfeccionamiento del proceso de alturas-distancias 70
La determinación de latitudes por la Estrella Polar 76
La determinación de la latitud en el mar por otras estrellas 82
Determinación de latitudes por la observación de otras estrellas .. 88
El Crucero del Sur y la Estrella del Sur 99

Capítulo IV. DETERMINACIÓN DE LA LATITUD POR EL SOL 119
Los orígenes medievales del proceso. Sus formas náuticas 119
Los autores del «regimiento del Sol». La determinación de la declinación solar 139
Bibliografía 189

Capítulo V. INSTRUMENTOS DE ALTURAS. EL MAGNETISMO TERRESTRE Y LA DECLINACIÓN DE LA AGUJA. LA CARTOGRAFÍA PORTUGUESA. EL PUNTO DE ESCUADRA. REGLAS NÁUTICAS. EL DERROTISMO PORTUGUÉS 191

Los instrumentos de alturas 191
La brújula y la declinación de la aguja 220
El «regimiento» de las leguas y la marcación del punto 238
Cartografía y su desarrollo 247
Los derroteros 262
Reglas náuticas 275

APÉNDICES 281

ÍNDICE ONOMÁSTICO 283

ÍNDICE TOPONÍMICO 287

Capítulo I

LOS PRIMEROS PASOS DE LAS NAVEGACIONES PORTUGUESAS Y EL ARTE DE NAVEGAR MEDITERRÁNEO

Comercio mercante y comercio corsario en Portugal antes del siglo xv

Se puede encarar la navegación del final de la Edad Media (siglos XIII-XV) constituida, sobre todo, como un binario de comercio y de corso; el navío mercante atraía los corsarios, que no se preocupaban por saber el origen de las embarcaciones que desvalijaban, pues el corso era indiscriminadamente ejercido por árabes o por cristianos contra embarcaciones de unos y de otros. Esta actividad, hoy condenable y desde hace mucho reprimida por leyes internacionales, era en esa época tolerada, reservados los casos en que se había establecido previamente un convenio entre reino o estado dados y un mercader o compañía de mercaderes extranjeros, comprometiéndose siempre el primer contratante a no abordar los navíos de la dependencia del otro (en el primer caso, sólo los navíos del mercader que aceptaba el contrato). Las contrapartidas eran las de visita periódica de los navíos del negociante o de la compañía a los puertos del reino o estado.

Fuera de estos casos —comercio y corso—, las navegaciones fueron en número relativamente limitadas: podemos citar las armadas de las Cruzadas, que de otra forma se iniciaron antes del período referido, son en pequeño número las escuadras de guerra, salvo los casos de las «repúblicas» transalpinas de Génova y de Venecia, que disponían de escuadrillas de galeras para hacer frente a los eventuales encuentros con los turcos y hasta con corsarios bien organizados, que operaban en el Mediterráneo.

Fuera de eso, nada más existía. Las líneas de pasajeros aparecerían más tarde; quien escogía el mar para un viaje o era obligado a ello, se trasladaba casi siempre en navíos de mercaderes que iban acompañados de sus haciendas; y por mercaderes se hacían también pasar, cuando viajaban con otro fin. Esta práctica era corriente también en los viajes por tierra que hacían los cristianos, cuando se veían obligados a atravesar zonas dominadas por infieles musulmanes, como de otro modo hicieron Afonso de Paiva y Pero da Covilhã cuando salieron de Portugal en 1487 para ir a buscar noticias pormenorizadas y directas de la vida comercial en el océano índico y saber *de visu* del poder militar y de la riqueza del rey en el del preste João (Abisinia).

En toda la evolución náutica de los últimos siglos de la Edad Media, tuvo, sin duda, una particular importancia el hecho del comercio de las especias orientales, sobre todo negociadas por venecianos y genoveses al haber sufrido una alteración; de hecho se abandonó una parte del camino que era terrestre, uniendo puertos del sur de Francia (Marsella era con mucho el más importante) con Flandes, con nosotros en varias ciudades en el corazón de la antigua Galia (y era muy valioso el de Cahor)[1], y se pasó a preferir la línea marítima directa, bordeando la Península Ibérica; esta solución es, sin duda, mucho más cómoda y también de menores costos[2].

Cuando esta ruta fue adoptada ciertamente se tornó más viva la actividad de los puertos portugueses, donde los navíos de especias eran a veces obligados a buscar refugio, en cuanto no pasaban a frecuentarlos regularmente para comerciar, como pasó después.

Todavía, si la presencia de esos navíos puede haber sido estimulante para la marina mercante portuguesa, eso no significa que antes no existiera. Hay documentación que da cuenta de la presencia de mercaderes extranjeros en puertos portugueses, especialmente en Selir y en Atouguia (hoy desaparecidos) en la segunda mitad del siglo XIII[3]; existe una nota que muestra que entraron por Selir paños, armas, hierro y pimienta (esta especia ya circulaba por los mercados portugueses en el

[1] P. Wolf, «O Problema dos Cahorsinos», en *Revista de História* (de la Universidad de São Paulo), s. d., vol. IV, p. 341.

[2] R. Penond, *Les Villes Marchandes aux XIV.ᵉ y XVᵉ Siècles,* p. 75, París, 1984.

[3] *Historia de la Administración Pública en Portugal en los siglos XII y XVI,* vol. IV, respectivamente pp. 380 y 360, Lisboa, 1947.

siglo XII, probablemente importada por vía terrestre), y otra referencia afirma que por Atouguia se importaban cereales, sillas, utensilios de madera y hasta camas.

Estas noticias ocasionales y aisladas que datan de aquella época (y de la primera puede apuntarse con rigor el año 1287), informan con respecto a los más antiguos contactos de los depósitos de mercancías navales portugueses con navíos comerciales extranjeros. Según las alusiones, el comercio marítimo hecho por navíos del reino de Portugal comienza a desarrollarse casi dos siglos antes; en verdad, la más antigua nota referente a un navío mercante portugués data de 1194, y apunta que en ese año era esperado en Flandes un navío lusitano con la carga de melado, que de hecho naufragó antes de alcanzar el puerto de destino [4]; la noticia puede significar que la marina mercante portuguesa se encontraba en aquella época bastante desarrollada, en vista de que la caña de azúcar no podía ser producida entonces en un territorio que no era propicio para su cultivo, y el origen del melado sería probablemente siciliano; y es muy probable que ese navío naufragado fuera fletado por cuenta de algún mercader extranjero, o que el melado fuese reexportado de Portugal. Y supongo poco probable que fuese de origen algarvío, porque el Algarve aún estaba bajo dominio de las árabes.

En la primera mitad del siglo XIII había noticias de que vivían en Francia «burgueses» de Oporto [5], que con seguridad ejercían allí una actividad comercial, y en ese caso mantenían probablemente contactos con su país de origen por vía marítima. No hay duda de que tal hecho no es una conjetura, porque está debidamente documentado, al haber sido en 1225 capturado por corsarios ingleses un navío portugués, que transportaba cerca de 30 personas, entre tripulantes y pasajeros, siendo éstos, por lo menos en parte, mercaderes [6].

La actividad del corso inglés era intensa, y los navíos de portugueses se contaban entre sus habituales víctimas; armadores u hombres de negocios del reino de Portugal solicitaban por eso al rey de Inglaterra con bastante frecuencia salvoconductos que les garantizasen la integridad de sus personas y de sus haciendas contra los corsarios; sólo en el

[4] Citado por Silva Marques, *Descobrimientos Portugueses*, suplemento al vol. I, p. 368, Lisboa, 1944.

[5] A. Herculano, *História de Portugal*, vol. II, p. 46, Lisboa s. f. (8.ª edición).

[6] Gama Barros, *loc. cit.*, *idem* p. 417.

año inmediato al ataque citado fueron concedidos privilegios de ese tipo que exceden la centena, lo que prueba cuán intensa era la actividad comercial hacia las tierras del Canal de la Mancha[7].

No nos engañemos en cuanto al número de salvoconductos; ello no significaba más que un centenar de navíos de comercio, procedentes de Portugal, demandasen aquellos puertos; es más de aceptar que cada carta de seguridad fuese concedida sólo a un mercader, y que grupos de esos hombres de negocios aprovechasen el mismo navío para hacer transportar sus mercancías y a sus fletadores, cuando no los acompañaban personalmente.

Por este ejemplo se puede suponer que los corsarios eran dependientes del rey de la nación a la que pertenecían. Así era en general. Por eso el rey podía conceder salvoconductos que ellos casi siempre respetaban; eran sus subordinados, y pagaban al soberano un impuesto, que, en los casos conocidos, se cifraba en un 20 % del valor de las capturas hechas, pero con algunas excepciones, especialmente en caso de que también quedaran en posesión de los asaltantes los navíos atacados, considerados siempre pertenencias del rey.

Este procedimiento era usado en el corso cristiano; pero eso no quiere decir que a veces ello no fuese ejercido exclusivamente por cuenta y riesgo del corsario, que en ese caso no podía contar con el apoyo de las autoridades de su nacionalidad, ante cualquier problema que le aconteciese; en contrapartida, en esas ocasiones se escapaba al compromiso de entregar a la hacienda de su reino, república, ducado, etc., cualquier porcentaje de sus ganancias. Estas acciones, digamos sin cobertura legal, pasaban con el tiempo a ser consideradas de piratería, aparentemente con un sentido peyorativo. El corsario era, al final, el pirata debidamente legalizado por el monarca del cual se consideraba súbdito. El rey don Dinis habla en algunos despachos de «mis corsarios» como si se tratase de sus guerreros en el mar. En verdad, y en el fondo, así eran considerados, apenas con la excepción de las acciones que ejercían indiscriminadamente sobre cualquier navío que se les pusiera al alcance y no estuviese precavido de un título de salvaguardia. No era, por tanto, necesario que existiera un estado de guerra con los países de origen

[7] *Idem, idem,* p. 417.

de los navíos asaltados que sirviera de pretexto para justificar el asalto. Todos los que cruzasen la ruta de los corsarios era abordados y atacados, se salvaban apenas los que podían alejarse a través de una hábil maniobra náutica o aquellos que disponían de una carta de seguridad; y en ese último caso, no siempre eso los salvaba del pillaje.

Esta estructura del corso o de piratería cubrió el Atlántico y el Índico durante varios siglos. En el Atlántico y en el noroeste africano, los corsarios no necesitaban descender a tierra y dedicarse al pillaje en los núcleos de poblaciones. Las atalayas a lo largo de la costa portuguesa fueron instaladas, por lo que parece, para divisar a tiempo la aproximación de navíos sospechosos, como por ejemplo los de los normandos, y avisar luego del hecho a las poblaciones para que se refugiaran en castillos o torres de defensa; los magrebíes fueron durante mucho tiempo sometidos a depredaciones de agregados en las poblaciones más próximas de la costa por corsarios cristianos. Mientras, repito, el corso europeo no escogía sus presas de acuerdo con las creencias religiosas; unas de las víctimas cristianas de los corsarios portugueses serían los mercaderes de la Compañía de los Bardi, de Florencia, pues de otro modo no se comprende que, en el convenio firmado entre sus representantes y el rey don Afonso IV[8], éste se comprometiese a tomar medidas para evitar que los navíos de la Compañía fuesen asaltados por «sus corsarios», salvo en el caso de que transportaran material de interés bélico, náutico o alimentario (trigo, millo —probablemente—, panizo, cebada y centeno), de forma que se puede sospechar que los cereales y los instrumentos bélicos podían ser negociados en el norte de África, o sea, a favor de infieles. Hay más ejemplos de la indiferencia de los corsarios en relación a la religión de los asaltados: sir Francis Drake asoló el Algarve con ataques corsarios al final del siglo XVI (bien sé que después del Concilio de Trento) y los franceses asaltaron la vulnerable ciudad de Ribiera Grande, en la isla de Santiago del archipiélago de Cabo Verde, más de una vez, lo que llevó a la decisión de transferir el núcleo de población hacia otro lugar más fácilmente defendible, el llamado *plateau*, zona a la que hasta hace pocos años se circunscribía la ciudad de Praia.

[8] Silva Marques, *loc. cit.*, vol. I, p. 53, Lisboa, 1944.

Existía un estatuto del corsario, y tenía que ver principalmente con la división de las presas hechas ya en el mar, ya en tierra. Es posible que anteriormente a 1388, hubiesen sido tomadas disposiciones en ese sentido, pero de aquél data una ordenación procedente de la Corte en que queda estipulado el reparto entre el rey, el almirante (y ya veremos que él fiscalizaba en el corso «oficial») y los marineros de la flota corsaria[9]; en ese texto se da un relieve muy especial a los hombres hechos prisioneros: pertenecían a los corsarios que los cogiesen, pero con la protección de ser de menor «valía» en relación al rescate posteriormente pedido, realmente una buena fuente de rendimientos; si el «valor» del prisionero fuese valorado en más de 20 doblones, en ese caso el rey podía cogerlo para negociarlo personalmente o por sus factores, pero pagando por él 1.000 libras, que entrarían en las ganancias del almirante y de su tripulación, o sólo en los del marinero que él apresara (el documento no dice nada sobre este pormenor).

Se verifica, por tanto, que comercio marítimo y corso andaban a la par y no se puede contradecir que uno y otro contribuían al progreso de la marina, y naturalmente también —el que más nos interesa de momento— al perfeccionamiento del arte de navegar.

LOS MERCADERES EXTRANJEROS, LOS MERCADERES PORTUGUESES Y LA MARINA REAL

Se dice que los contactos de los portugueses con navíos mercantes del Mediterráneo se intensificaron en el transcurso del siglo XIV, exceptuando el caso de las embarcaciones venecianas, que sólo tardíamente, como diré, comenzarán a visitar los puertos del reino de Portugal.

Se ha de pensar que en el inicio entraron en esos puertos por una necesidad ocasional de orden náutica; pero en poco tiempo, ellos consideraron a los visitantes como posibles mercados que se abrirían a sus productos; entonces los frecuentarán asiduamente, desde que las autoridades locales obtuviesen garantías de seguridad y les fuesen ofrecidas contrapartidas interesantes o concesiones que tornaban atractivas las estancias y consecuentes demoras.

[9] *Idem, idem,* p. 190.

Decimos que esas condiciones fueron procuradas inicialmente por mercaderes aislados y después por asociaciones que agremiaban algunos de ellos, por intereses comunes o por «naciones»; más tarde vinieron a ser discutidas entre los soberanos de la tierra de origen de los interesados y el rey de Portugal, llegando a convenios mucho más poderosos y, por tanto, más sólidos en cuanto al cumplimiento de las reglas que se habían estipulado. Y es innegable que en Portugal se tenía previsto estimular asociaciones de ese tipo, no sólo porque permitía la entrada en el reino de productos de que en él se carecía, más aún, porque los réditos de la Corona aumentaban con la cobranza de derechos aduaneros.

Existen cartas dispersas que permiten el ejercicio de mercadear a extranjeros en territorio portugués, y casi indiscriminadamente; los beneficiarios eran genoveses, milaneses, florentinos, placentinos, etc., y otros varios; no se imponía por ese tiempo (inicios del siglo XIV) cualquier restricción a su actividad, lo que quiere decir que ellos se presentaban como concurrentes de los mercaderes nacionales, lo que acabó por levantar problemas y obligó a las autoridades reales a tomar medidas que les suprimiesen tales libertades. Por ejemplo: los mercaderes extranjeros vendían sus productos al por mayor a revendedores, pero también comerciaban directamente, a título individual, con los interesados por sus mercancías, o sea, vendían de igual modo al detalle; los comerciantes portugueses reaccionaron contra este último procedimiento, y el rey les atendió[10]; entonces los mercaderes extranjeros de visita (y ya los había «fijos») pasaron a «cortar» en los productos destinados a las ventas, como en el caso de, vendiendo piezas de paños, como menor medida de la que entraba en el género; los compradores portugueses se quejaron del engaño, y fue determinado que todo fuese comprobado para que no hubiese quejas, reclamaciones y hasta conflictos; pero los visitantes ofrecieron resistencia a la medida, alegando que, con el cumplimiento de las reglas introducidas contra los fraudes, eran obligados a permanecer en el puerto mucho más tiempo del necesario. Este conflicto duró tiempo, y sólo vino a ser remediado por la intervención

[10] *Idem, idem,* p. 494; este diploma es del 1391, pero el asunto volvió a ser tratado en 1395; *ibidem,* p. 204.

del rey don Fernando, que atendió las reclamaciones de los extranjeros, por lo menos parcialmente[11].

Se dice que al margen de los privilegios individuales [y podíamos citar como ejemplo el caso de un mercader de Plasencia, (Italia), en 1341][12], que hicieron convenios con corporaciones de mercaderes extranjeros o, de un modo unilateral, por parte del rey portugués, con todos los mercaderes de determinado origen. En este último caso, y sin contar el ejemplo de los venecianos, que se dice fue bastante más tardío —firmado a otro nivel—, varias disposiciones legales favorecían las actividades de los mercaderes por «naciones»; en el año 1357, el rey don Pedro confirmó privilegios que habían sido concedidos por su antecesor a mercaderes genoveses, milaneses placentinos y *Escorcins*[13]; más tarde se tomarían disposiciones del mismo tipo con relación a los aragoneses y mallorquines (1302) y a ingleses (1398)[14].

El convenio más antiguo que se conoce establecido por el monarca portugués con una corporación de mercaderes extranjeros, data de 1338 y tuvo como interlocutor de don Afonso IV a la ya referida Compañía de los Bardi de Florencia[15]. Del convenio se saca la conclusión de que era intenso el comercio de la compañía con el norte de África, y que los corsarios lo vigilaban y lo interceptaban; tal vez fuese ésa la principal razón que llevó a los mercaderes de Florencia a negociar esta carta de seguridad, que podían pasar a negociar con Portugal, a la cobertura de las cláusulas iniciales que antes cité.

El primer tratado —a nuestro conocimiento— establecido con una personalidad al nivel, para este efecto, del rey de Portugal, fue negociado por «el defensor del pueblo» de Génova, el duque Gabriel de Adurno, y el rey don Fernando, siendo por ellos firmado en 1370[16]. Ratifica los beneficios de los cuales gozaban los mercaderes genoveses en el reino portugués, pero ahora el instrumento que garantizaba tales privilegios tenía, sin duda, un mayor significado. El acuerdo sirvió de mo-

[11] Gama Barros, *loc. cit.*, vol. IV, pp. 389-390, Lisboa, 1947.
[12] Silva Marques, *loc. cit.*, vol. I, p. 75, Lisboa, 1943.
[13] *Idem, idem,* pp. 105 y 106.
[14] *Idem, idem,* pp. 115 y 198.
[15] *Idem, idem,* p. 53.
[16] *Idem, idem,* p. 128.

delo para el que se firmó después entre el rey de Portugal y los gobernadores de Flandes, en el año de 1389[17].

Finalidad un tanto diferente tiene el tratado firmado con la Señoría de Venecia y el rey de Portugal en 1392[18]; en este caso, el documento resultante de las conversaciones es bien explícito a tal respecto; no se pretendía confirmar y reunir en un único despacho las facilidades concedidas a los mercaderes de la República veneciana, y por la simple razón de que ellos no frecuentaban los puertos de Portugal; lo que en el texto queda claro, en efecto, es el hecho de que la negociación y la firma del convenio tenía por objetivo primordial traer a los mercaderes venecianos al puerto de Lisboa; ellos se temían, como he dicho anteriormente —de ahí que entraran con recelo—, que les diezmasen toda la mercancía transportada. El acuerdo firmado entre los interesados establece que sólo fuesen sujetos al impuesto de la décima las mercancías venidas; y eso al margen de otras habituales disposiciones acerca de la integridad de las personas y bienes.

Al incrementarse el volumen de negocios con extranjeros, se incrementaba también el comercio portugués por mar y, consecuentemente, se desenvolvía la marina que le había de servir. No importa aquí dar todas las razones que lo comprueban, pues bastan algunos ejemplos más significativos para poder ver que así era.

El primer indicio viene del final del siglo XIII (1293)[19]: don Dinis hizo crear en ese año una reserva financiera para apoyo del comercio marítimo; todas las barcas, de acuerdo con el tonelaje, arriba o abajo de cien toneladas, pagaban determinadas cantidades por cada viaje (las de menos tonelaje pagaban la mitad de las otras); del fondo sobre el dinero así creado se abrían los créditos en las plazas más frecuentadas (el texto refiere puertos de Inglaterra, Flandes, Normandía, Bretaña y Rochelle, sin olvidarse todavía Sevilla) de las que los mercaderes intervinientes podían echar mano cuando aquél fuese necesario. Ignoramos cuáles son las reglas para dar movimiento a ese capital depositado en varias plazas (era por lo menos de 100 marcos de plata en Flandes), pero sabemos que su uso podía ser hecho para atender negocios inesperados, subvencionar los gastos con pleitos o embargos, bien con

[17] R. Pernoud, *loc. cit.*, p. 176.
[18] Silva Marques, *loc. cit.*, vol. I, p. 197, Lisboa, 1944.
[19] *Idem, idem*, pp. 21-22.

nuevas imposiciones, o en su conjunto, por tanto, situaciones imprevisibles que podían colocar a los mercaderes en una posición delicada. Esta determinación de don Dinis fue ciertamente eficaz, pues duró bastantes años; en el turbio período que siguió a la muerte de don Fernando dejó de ser aplicada, lo que no sorprende, pues el comercio marítimo atravesó una crisis; y una prueba bien clara de que eran muchos los beneficios que los mercaderes de allí obtuvieron, es el hecho de que ellos mismos solicitaran a don João I que la volvieran a restablecer en 1397 [20], cuando la vida del reino, en general, y su comercio ultramarino, en particular, se podían considerar en vías de normalización.

Se supone 1380 la fecha de otra medida que refleja el valor del comercio marítimo portugués y el peso social de los mercaderes que en él intervenían. Lo prueba una ley de don Fernando cuyo original se perdió en las cancillerías reales, pero Fernando Lopes lo refiere con algunos pormenores en la crónica dedicada la vida de aquel rey [21]; se trata de la institución real de una «compañía de las naves», que Mosés Amzalak consideró la primera organización de seguros en Portugal y reconoció haber actuado con bastante eficacia. Se tiende a aumentar, en todo caso, que el rey decidía con esta disposición toda una política de fomento de la marina comercial, sobre todo a través de una ley promulgada en 1377 [22], en la que se decidía consentir sin encargos, que se cortasen maderas de las arboledas reales, eximir del impuesto de la décima a los materiales más importantes para la construcción naval, y el mismo impuesto que recaía sobre la compra de embarcaciones extranjeras; además de otras disposiciones de menor interés, que de otro modo van en el mismo sentido, la ley preveía la constitución de una sociedad de armadores, cuando cada uno de ellos por sí solo no disponía de capital para adquirir o mandar construir un navío; todas estas liberalidades reconocían navíos de porte superior a 100 toneles, y estaban abiertas una vez a cada interesado; pero si el navío, construido al abrigo de esta disposición, se perdiese en el recorrido de su viaje inaugural, su

[20] Gama Barros, *loc. cit.*, vol. IV, pp. 196-197.

[21] F. Lopes, *Crónica de D. Fernando*, capítulo IX (se cita por capítulo porque el lector puede tener acceso a más de una edición). Fue reproducido por Silva Marques a partir del códice manuelino del Archivo Nacional de la Torre del Tombo (*loc. cit.*, vol. I, p. 171).

[22] Silva Marques, *idem, idem,* p. 158.

armador quedaba en el derecho de hacer uso nuevamente de algunos de los privilegios, pero no todos aquellos que estaban previstos en el despacho real.

La compañía creada en 1380 mejoraba las consecuencias desastrosas de un naufragio. En verdad el cronista nos informa de que, por disposición real, se debía proceder al inventario de los navíos de su reino con más de 100 toneles, anotándose la fecha de su construcción o la de su compra, así como su valor al ser lanzados al agua; por otro lado, se determinaba que de todos los fletes y ganancias de los viajes, los armadores pasaron a ser obligados a descontar el 2 % para un «fondo» común de la compañía; de este capital acumulado había de salir la cantidad necesaria para sustituir cualquier navío perdido, por naufragio o en virtud de ser apresado por enemigos. Se trataba, en cierto modo, de una especie de «consorcio» asegurador; esta decisión tenía tal alcance práctico que, en el caso de no tener reservas suficientes la compañía para pagar la sustitución de la embarcación perdida, sus asociados se obligaban a costear conjuntamente su sustitución, tocando a cada uno un valor numérico proporcional al de los navíos que poseían inscritos en la compañía.

Todo lo dicho revela, por un lado, el creciente desenvolvimiento de la marina comercial del reino y un perfeccionamiento de las condiciones en que operaba; refleja, en suma, cómo cada vez más las actitudes unidas al mar se iban perfeccionando y hasta afirmando.

Por otro lado, si la marina de guerra era inicialmente una organización esporádica y temporal (se limitaba a reunir cualquier navío para hacer frente a ocasionales incursiones de los corsarios), luego, en tiempos de don Dinis, se le procuró otra organización, si bien los textos de los que disponemos nos dejan creer que no estaba en el pensamiento del soberano la idea de crear cualquier armada permanente para fines bélicos.

Decía atrás que las luchas marítimas se entablaban casi siempre en el mar Mediterráneo, contra corsarios o navíos regulares (llamémosles así, por comodidad) de los musulmanes. En esas batallas navales se tornaba célebre el poder bélico de las galeras genovesas, y por eso fue natural que el Rey Labrador —como pasó a ser conocido en la Historia (cuando tal vez hubiese para él apodos más apropiados)— pensaba ser socorrido por Génova para la organización de la armada de guerra que

quería organizar. En efecto, de la «república» genovesa se copiaron ciertamente las galeras, y allí se procuró también el hombre capaz de comandarlas y los marineros en condiciones de orientar su tripulación. Además no sería la primera vez que los genoveses eran llamados a prestar fuera de su tierra una ayuda en asuntos navales: ellos tenían enseñado ya en el siglo XI la técnica de construir navíos en Galicia, y aparecerán después integrados en las marinas de Inglaterra, Aragón, Castilla y Francia; eran, por tanto, marineros de renombre europeo.

En 1317 don Dinis logró contratar al genovés Manuel Pessanha (fue de esta forma como su nombre quedó en la Historia de Portugal) para desempeñar el cargo de almirante de las galeras reales[23]; tenía como sueldo 3.000 doblones anuales, abonados en tres prestaciones, y este pago apenas cesaría cuando le fuese donada una villa de rendimiento equivalente. Al margen de eso, le era reconocido el derecho a guardar para él el 20 % del valor de las presas obtenidas en sus acciones; el cargo era vitalicio y transmisible por línea masculina, habiéndose mantenido varias decenas de años en la familia Pessanha; el primer almirante vendría a ser agraciado con varias otras mercedes, lo que muestra ser disparatada una afirmación reciente de que él representó una desilusión para el rey que lo contrató, pues sólo tenía derrotas acumuladas en las acciones que tomó parte; las ofrendas que obtuvo de magnanimidad real muestran no haber sido así, y el rey podía en cualquier momento rescindir el contrato que firmó con él, lo que nunca hizo, y don Dinis no vacilaría en hacerlo, si llegara el caso.

Más allá, y como buena prueba de que el saber guerrero de los marineros genoveses era apreciado en Portugal, en el contrato con ellos firmado se estipuló que debían acompañarlo veinte hombres «conocedores del mar», naturales de la «república» de Génova, con la medida cautelar de ser sustituidos por otros marineros, también genoveses, todos aquellos que falleciesen o dejasen la armada.

A los navíos bajo el mando de Pessanha —aunque quedó consignado en el contrato que podían recursar salir al mar con menos de tres galeras— cumplía dar caza a los corsarios árabes que entonces im-

[23] *Idem, idem,* p. 27.

portunaban las costas portuguesas. Los corsarios portugueses quedaban subordinados al almirante por expresa determinación del contrato; y de su actividad fundamental anti-corso podían sin dificultad pasar a la de corso, como parece estar patente en el pormenor de serle reconocido el ya referido derecho de cobrar el 20 % del valor de las presas, sin especificarse si debían ser tomadas sólo en los navíos de corso contrario, eventualmente capturado; pero no hay dudas que el rey preveía la actuación de su almirante en cualquier otro tipo de lucha naval, pues en el texto del contrato está dicho que Pessanha se obligaba a servir al rey «contra todos los hombres del mundo», añadiendo que «tanto moros como cristianos», para que no hubiese duda.

Pessanha y sus hombres no serían siempre de utilidad inmediata, como también está consignado en el contrato, en un apartado que nos llevó a escribir arriba que la «marina de guerra», constituida por galeras y por él comandada, no tenía un carácter permanente. En verdad, había en el texto un apartado en el que, en caso de que el rey o alguno de sus sucesores no tuviera necesidad de los 20 genoveses que coadyuvaban al almirante, éste quedaba autorizado a utilizarlos en sus actividades comerciales, cualquiera que fuera el lugar donde se ejerciesen, previniéndose un lugar especial para Flandes y Génova, que son expresamente citadas.

Todo el texto de este interesantísimo contrato muestra cómo tenía entre sí un enlazamiento muy fuerte la lucha contra el corso y la actividad del comercio marítimo; el almirante Pessanha es el ejemplo bien claro que cómo se podía compaginar la lucha contra los corsarios, comerciar por mar y también vestir la piel de corsario, cuando fuese considerado conveniente.

Repito: no hay informaciones a tal respecto, pero no tengo ninguna duda en admitir que Pessanha respondió a lo que se le pedía, por lo menos satisfactoriamente, y las razones de pensar así fueron apuntadas. Pessanha trajo consigo experiencia de guerra y de organización naval, pues enseguida, a la firma del contrato, fueron colocados bajo sus órdenes los arraz de todos los navíos de la marina real (para «arraz» y «alcaldes» de las galeras servían los hombres que Pessanha trajera de Génova). Más allá, y en cumplimiento de la letra del contrato, en 1319 le fueron consignados los réditos «de juro y heredad» de la villa de Odemira (exceptuando un encinar para ganados, en el término de la pobla-

ción)[24], bien como patrimonio real en Algés, donaciones que en su conjunto (declaraba el rey) valían más que los 3.000 doblones anuales que le habían sido pagados durante dos años.

Todavía, las mercedes no se quedaban así, como dice. En 1322 el almirante obtenía del rey 2.000 doblones en paños, para volver a recibir una renta fija de 1.000 doblones del impuesto de anclaje[25] (que en la India fue dado a Vasco de Gama, y pasó a sus descendientes primogénitos, constituyendo una buena ganancia de sus rendimientos). En 1326, o un poco antes, Manuel Pessanha es uno de los embajadores que el rey de Portugal manda a Inglaterra para tratar, entre otros, de problemas comerciales[26].

Todo este conjunto de datos (y otros —por ventura— se le podrían juntar) prueba que Manuel Pessanha no sólo no defraudó a don Dinis sino que también era apreciado por él, mostrando la última particularidad referida que pasó hasta ser nombrado hombre de confianza del monarca. Y si todavía hubiese dudas en cuanto al modo correcto de como ejerció su cargo de almirante, puede confirmarse cuando, a su muerte, el almirantazgo pasó a su hijo mayor, Lançarote Pessanha, durante el reinado de don Afonso IV; este rey emitió a favor de Lançarote una carta de confirmación del contrato de 1317, en la que repite todas sus cláusulas, sin omitir cualquier obligación del rey para con él, y sin olvidar que el nuevo almirante debía continuar siendo obligado a tener al servicio los 20 genoveses «conocedores del mar».

No es posible minimizar el empeño que los dos monarcas portugueses pusieron en la creación y en el fortalecimiento de una armada real, mediante este conjunto de documentación, preciso y variado, como no es posible minimizar la interferencia que en esa política tuvieron los genoveses. Sólo desconocemos en qué medida ellos vinieran a traer a Portugal nuevos conocimientos técnicos; pero si hay quien pretende que no trajeron nada nuevo, también se escribió que Manuel Pessanha llegó a interferir en la construcción naval; esta idea, puesta apenas como hipótesis, se fundamenta en los dichos de una bula del papa Benito XII, redactada en 1341[27]; a mi modo de ver, se ha de rechazar esa po-

[24] *Idem, idem,* p. 33.
[25] *Idem, idem,* pp. 42 y 112.
[26] E. Prestage, *Travel and Travellers in Middle Ages,* p. 196, Londres.
[27] La primera presencia conocida está referida a 1194, como arriba quedó dicho.

sibilidad, en primer lugar porque la afirmación del papa es bastante fluida para, en rigor, tener un significado preciso, y en segundo lugar porque lo que se dice en las bulas, mismamente para casos hechos, dependía mucho de las informaciones dadas por los interesados al pontífice, casi siempre muy hinchadas por quien solicitaba tal despacho de Roma. Es éste el caso presente: cuando Benito XII declaró que Pessanha «mandó hacer galeras y otros navíos apropiados», no quiere decir de hecho que él orientase la construcción naval, sino sólo que ordenase a los astilleros navales —ya seguramente existen en el reino— su construcción.

Es innegable, con todo, que Pessanha y los compatriotas que le acompañaban superior imprimir una transformación al «arte de la guerra en el mar» (para usar una expresión del fraile dominicano, inquieto y aventurero, Fernando Oliveira, que en el siglo XVI la usó como título de un libro suyo); y también es irrecusable que don Dinis en relación a Manuel Pessanha, y don Afonso IV en relación a él y al hijo —su sucesor en el almirantazgo— se dieran siempre por bien servidos. No se puede decir sólo que la náutica, entonces practicada corrientemente en el Mediterráneo, fuese traída a través de ellos hasta Portugal, por una única y decisiva razón; muy probablemente fuera introducida en los medios marítimos antes de 1317. Explicaré lo que me lleva a pensar así.

La náutica mediterránea y Portugal

Abordamos anteriormente este asunto, pero es oportuno volver a él. Mucho antes de la fecha de la firma del contrato con Pessanha, los viajes de navíos portugueses hasta los puertos de la Mancha eran bastante frecuentes. Hay pocas y dispersas noticias de que esos navíos entraron en el Mediterráneo, pero tales viajes fueron probablemente esporádicos. La presencia de portugueses en determinados lugares de la línea costera mediterránea, sobre todo en la parte oriental de ese área marítima —por parecernos poco explicable—, exigiría cualquier confirmación inexistente.

Dice aún que (siguiendo la documentación a nuestro alcance) «sabemos que tenían frecuentados puertos de la Mancha navíos portu-

gueses desde el final del siglo XII»[28], (en buena hora las referencias a tales visitas son muy escasas antes de la segunda década del siglo XIV); por otro lado, y en buena hora eran también de este siglo el mayor número de presencias de navíos extranjeros que escalaban puertos del reino. Es verdad que hay noticias de esas visitas luego, en el siglo XIII. En medios marítimos no podían dejar de cambiarse, por una natural ósmosis de profesionales de un mismo ramo, informaciones sobre el modo de navegar de los pilotos extranjeros y de los portugueses, cuando ellos inevitablemente se encontraban en cualquier puerto. Aún nadie se acordó de defender que los pilotos genoveses, por ejemplo, practicaban un riguroso «secreto de la república» al respecto de los medios usados en el ejercicio de la profesión. Era, de otro modo, inútil hacerlo, porque tales noticias se «filtraban» con toda facilidad. Y muy probablemente esos medios se divulgaban entre los portugueses mismamente antes de Manuel Pessanha haberse fijado en Lisboa, y sin que él haya tenido cualquier interferencia; además, un almirante de galeras no era necesariamente un piloto de navíos comerciales de dilatadas derrotas, y ciertamente Manuel Pessanha no juntó esas dos cualidades. En verdad que cuando en el contrato acordado con el rey don Dinis se declaraba que Pessanha admitió en el caso del rey no tener necesidad en determinados momentos de sus servicios, apenas podía utilizar los 20 genoveses «conocedores del mar», colocados bajos sus órdenes, en operaciones comerciales. No se dice que el almirante tratase personalmente de ese comercio, mas sí estaba autorizado a servirse «de ellos en nuestras mercancías y enviarlos a Flandes o a Génova y a otras partes con ellas»[29]. Pessanha sería el «mercader empresario», y sus compatriotas se encargarían de ejercutar el negocio, siendo muy posible que entre ellos se encontrasen pilotos bien instruidos, por lo menos en las dos derrotas expresamente referidas en el contexto del convenio, esto es, para Flandes y Génova.

La mayor frecuencia con que aparecen navegaciones portuguesas registradas en diversas fuentes documentales que están a nuestra disposición no debe significar que se preservaran más documentos en la medida que el tiempo avanzó; en este caso, significará también que los

[28] *Idem, idem. p. 27*

[29] Silva Marques, vol. I., p. 27, Lisboa, 1944.

navegantes estarían seguros de un arte de navegar que, incluso precaria, era un avance en cuanto al verdadero desafío a que sería navegar acaso sin ningún conocimiento, aunque fuera poco evolucionado con respecto del modo de pilotar una embarcación. Bien sé que los mercaderes mediterráneos para sus viajes utilizaban galeras (que eran navíos de remo, pero podían llevar velas) y que los portugueses emplearon preferentemente las «barcas» (pero si no dan velas a las dos embarcaciones podía haber algunas diferencias de comportamiento), lo que constituía el arte de navegar mediterráneo tenía un aprovechamiento directo en cualquiera de los dos casos, como efectivamente se manifestó. La posesión de esos conocimientos básicos entre los pilotos explica que ellos se habían aventurado en otro tipo de viajes, como acontece con la visita a las islas Canarias —si acaso don Afonso IV no falsea los hechos y sus súbditos en verdad ahí estuvieron en la primera mitad del siglo XIV; si lo hicieron no aventajaron a otros pilotos italianos o ibéricos —especialmente aragoneses— que sabemos habían visitado las islas repetidas veces en la era del trescientos.

Las islas Canarias ejercían de forma notable un gran interés para que navegasen por el mar al norte de las islas en operaciones de corso, como era lo habitual; en ellas podían hacer esclavos (sin embargo, los guanches se defendían con los parcos medios de que disponían), hacer carnaza (había muchas cabras en alguna de las islas) y acarrear orchilla, que era una planta usada en la tintorería industrial textil.

La historia de la interferencia europea en las Canarias inicialmente está basada en noticias de origen oscuro y hasta legendarias. Se inició por un viaje emprendido por dos genoveses de apellido Vivaldi que, al final de siglo XIII, habían anclado allí cuando buscaban, por vía marítima, llegar a los puertos de la costa occidental africana que cambiaría más fácil el acceso a los lugares productores de oro[30]; tal diligencia es admisible, porque el comercio de ese oro estaba en manos de genoveses, y era canalizado hacia Europa a través de puertos del norte de África. Entonces los Vivaldi tenían previsto llegar a la India bordeando por el sur el continente africano, lo que es poco aceptable, a no ser que se

[30] La más antigua referencia a este viaje parece ser la de una crónica de Jacopo Doria; el tramo que nos interesa fue publicado por L. T. Belgrano, «Nota sulla Spedizione del Fratrelle Vivaldi en el MCLXXXXI», en *Atti della Societa Ligure de Estoria Patria*, vol. XVI (1881), pp. 317 y ss.

atribuyese a los dos aventureros una absoluta inconsciencia con respecto del viaje así proyectado.

Dejando de lado esta expedición que se perdió no se sabe exactamente cómo y dónde (pretenden algunos que naufragó en la costa africana, a partir, por ejemplo, de una imprecisa alusión al hecho, debida a Usodimare)[31], tenemos noticias seguras de las siguientes expediciones al archipiélago hasta 1350:

1.ª En 1336, en la que habían participado portugueses y sería organizada por don Afonso IV; (de ésta hablaremos de nuevo más adelante).

2.ª En 1341, organizada por Florentino Corbizi y por el genovés Reccho, que partió y regresó a Lisboa, y en la que pretenden algunos que hubieron participado portugueses, mientras otros confunden este viaje con el anterior. La expedición de 1341 es conocida a través de un relato atribuido a Giovanni Bocaccio[32], que se supone había tenido que ver con ella al disponer de cartas con la descripción del viaje, hoy desgraciadamente perdidas. En la aventura intervinieron especialmente florentinos, genoveses y catalanes, pero también se dice que en ella participaron «otros españoles», y en esta designación genérica quieren algunos que estén incluidos portugueses; es posible, mas no pasa de ser una hipótesis, como quiera que fuese. No obstante, el viaje fue considerado un fracaso «porque los navegantes apenas pudieron salvar los gastos del viaje».

3.ª Se entró entonces en una fase de expediciones catalanas a las islas. En 1342 se realizan las de Desvalers y Domenic Gual[33] y

4.ª en 1346, la de Jaime Ferrer; pero ésta, si pasó ocasionalmente por las Canarias, tenía otro destino, porque Jaime Ferrer intentaba llegar al río de Oro, dando así continuidad al probable proyecto que decidirá a los Vivaldi iniciar su aventura. Lo sabemos por el testimonio de la cartografía, pues en el célebre planisferio diseñado en 1375 por el cartógrafo judío-mallorquín Abrahán Cresques, hoy en la Biblioteca

[31] V. Magalhães Godinho, *Documentos sobre a Expansão Portuguesa,* vol. III, p. 100, Lisboa, 1956.

[32] El texto fue publicado por V. Magalhães Godinho, *loc. cit.,*, vol I, pp. 21-27, Lisboa, s. f., y por Silva Marques, *Los Descobrimentos Portugueses*, vol. I., pp. 77 y ss., Lisboa, 1944.

[33] Referidas por F. Pérez Embid, *Los Descubrimientos hasta el tratado de Tordesillas*, Sevilla, 1948.

Nacional de París, se representa un navío al sur del esbozo del archipiélago de las Canarias, con la siguiente leyenda explicativa (traduzco del catalán): «El navío de Jaime Ferrer partío para el río de Oro en el día de San Lorenzo, que es el 10 de agosto, y fue en el año de 1346» [34]. Sin embargo, algunos historiadores portugueses, comenzando por el vizconde de Santarém, han tratado de mostrar que el navegante no buscaba el río de Oro al sur del cabo Bajador (o Buytger, como entonces se llamaba en las cartas catalanas y mallorquinas), parece mejor aceptar que Ferrer creía conocer dónde se situaba el origen del oro africano, y creía saber de la existencia de un río de Oro que daría fácil acceso a esos lugares de producción. Nada más natural que aventurarse al viaje; desgraciadamente nunca se habló después de la expedición, lo que lleva a admitir su completo fracaso.

A partir de 1350 los viajes a las Canarias pasaron a ser frecuentes, sobre todo por parte de aragoneses. A pesar del poco interés comercial que tenían, eran atrayentes para los mercaderes (esclavos y orchilla), y eso hizo frecuentes las expediciones. Desde el punto de vista religioso, no obstante, la política papal se oponía, a propósito de manera indirecta a la esclavización; en verdad, el papado nombró obispos para las Canarias por lo menos en 1352 y 1394, y recomendaron a los monarcas aragoneses que diligenciasen mandar a las islas sacerdotes predicadores para que en lengua indígena difundiesen entre los guanches los principios de la doctrina cristiana y traerlos al seno de la Iglesia de Roma. Esa preocupación fue bien recibida en la Corte aragonesa, y Pedro (o Pere) III de Aragón llegó a enviar a presencia del pontífice, en 1386, religiosos que aceptaban encargarse de tan espinosa misión [35].

Volveré un poco hacia atrás, para hablar del viaje reivindicado por don Afonso IV. En 1344 tuvo lugar un hecho inesperado respecto al archipiélago canario: el papa, con el poder temporal que la Cristiandad le atribuía, coronó príncipe de Canarias a un hombre llamado don Luis de la Cerda, y luego emitió letras a los príncipes cristianos para que apoyasen por todos los medios al nuevo príncipe en las diligencias que él

[34] La leyenda se puede leer en el estudio dedicado al planisferio por J. A. C. Buchón y J. Tastu, «Notice sur un Atlas en Langue Catalane», en *Notices et Extraits de la Bibliothèque du Roi et autres Bibliothèques,* vol. XIV, París, 1841.

[35] Rubio y Lluch, *Documents per l'Història de la Cultura Catalana Mig-Eval,* vol. II, p. 289, Barcelona, 1928.

vendría a desempeñar, en el sentido de tomar posesión efectiva de su principado. Es verdad que no tenemos noticias de ninguna reacción positiva a esta recomendación papal, salvo una carta de don Afonso IV, pero el apoyo que le promete es en extremo reservado (se limita a avanzar que le cedería provisiones). El rey de Castilla, sin embargo, habría sido más decisivo en la negativa, al mismo tiempo que reivindica para él el derecho a la posesión de las Canarias [36]. En este sentido, el rey menciona que tiempos antes, en un año indeterminado, envió a las islas una expedición con el fin de que en su nombre tomara posesión de ellas. La expedición no habría sido enteramente lograda, pero el rey garantiza que tenía pensado repertirla. Sólo que el año que había decidido llevarla a la práctica coincidió con las guerras que tuvo que mantener, en primer lugar con Castilla y después con los musulmanes, aún instalados en la Península, como se sabe.

Como estas luchas tuvieron lugar en 1336 y 1341, respectivamente, de ahí se concluye que la expedición anunciada al papa es del inicio de 1336 o habrá tenido lugar anteriormente a ese año. Se dice que fueron levantadas muchas dudas sobre la autenticidad de esta carta. Hace años, cuando analicé más de cerca el problema, me pareció que no se justificaban. Es cierto que se trata de una copia del documento original pero la transcripción es, como muy tarde, del siglo XV. Por otro lado, no es verdad que se encuentre desplazada en el lugar del Archivo del Vaticano en el que se dice haber sido encontrada, pues se trata de un paquete de documentos todos referentes al papado de Clemente VI, al que era dirigida la carta reivindicativa de don Afonso IV [37].

No interesa alargarme ahora en este problema y en la ocupación de las Canarias, que fue lenta y sangrienta. Para mi objetivo de momento, y dando por auténtica la carta de don Afonso IV, se verifica que el rey se consideraba en condiciones de mantener con las islas contactos marítimos regulares. Lo que sin duda quiere decir que disponía de una marina adecuada para los viajes, con un número de navíos suficientes para hacer asiduos estos contactos por mar, y con pilotos há-

[36] Silva Marques, *Descobrimentos Portugueses,* vol. I, p. 88, Lisboa 1944.

[37] Sobre el asunto consúltese: D. Peres, *História dos Descobrimentos Portugueses,* pp. 10 y ss., Oporto, 1941; V. Magalhães Godinho, *Documentos sobre a Expansão Portuguesa,* vol. I, p. 33, Lisboa, s. f.; y V. Magalhães Godinho, «A Economia das Canárias», en *Revista de História* de la Universidad de São Paulo, vol. III, (1952), p. 314.

biles para llevar a buen término las navegaciones. Debían encontrarse, en consecuencia, bien instruidos en el arte de pilotar las aguas del mar Mediterráneo.

El arte de navegar en el Mediterráneo

Es ocasión de preguntar en qué consistía ese arte. Y para intentar responder completamente a la pregunta iré reuniendo testimonios de textos anteriores a las largas navegaciones atlánticas en mar abierto, o sea, anteriormente a la década de 1440-1450.

En el año en que Manuel Pessanha vino a Portugal, ese arte náutico, a pesar de ser reducido a un conjunto de reglas elementales, venía siendo perfeccionado y enriquecido desde hacía más de un siglo, y ya entonces disponía de los medios esenciales para garantizar una navegación relativamente segura en el Mediterráneo y también en las rutas atlánticas, preferentemente costeras, que llevaban a los navíos a bordear la Península Ibérica, hasta alcanzar el estrecho de la Mancha.

Es bien sabido que las reglas náuticas, fijadas inicialmente de un modo empírico, o sea, a través de la práctica de repetidas navegaciones que iban colocando a los pilotos delante de las dificultades ofrecidas por el mar, fueron enriquecidas y mejoradas con el tiempo y con una acumulación de experiencias; al mismo tiempo, las cualidades exigidas a un piloto fueron, así, creciendo, a través de una actividad que cambió drásticamente.

Por otro lado, la navegación recurrió a instrumentos o dispositivos auxiliares, que del mismo modo fueron perfeccionados, en el sentido de sacar de ellos el mayor provecho posible. Las reglas puramente de la navegación y de los instrumentos de los que se hacía uso en el pilotaje tenían que estar de tal modo amalgamadas con el saber de los pilotos, que no es conveniente separar las unas de los otros en la descripción del arte de pilotar de ese tiempo. De cualquier modo, se verifica que tanto las reglas como los varios dispositivos en uso comenzaran apenas a aparecer referidos en textos de la segunda mitad del siglo XIII; se puede admitir que fue en este siglo cuando la profesión de piloto apareció como una actividad definidamente caracterizada.

En las *Partidas* de Alfonso X de Castilla, compiladas exactamente en el período señalado (1250-1300) se define lo que debía ser un piloto del siguiente modo: «Pilotos son llamados aquéllos por cuyo seso se guían los navíos»; mas el texto indica también lo que, en el entender del rey, o de quien tuvo que recopilar la obra por su orden, que los hombres para tal cargo debían ser escogidos entre lo que tuviesen las cuatro cualidades siguientes: fuesen «sabedores de conocer todo el mar»; después, «en qué lugares hay calma y en cuáles corrientes»; más aún, debían conocer «los vientos y los cambios de él, y que sepan toda la marinería»; y, por último, debían «saber las islas y los puertos (...) y las entradas y salidas, para guiar el navío a salvo». En otro capítulo de la misma obra se completan los requisitos a exigir de un piloto: «Y bien así como los marineros se guían en la noche oscura por la aguja, que es medianera entre la estrella y la piedra, y les muestra donde van, tanto en los buenos tiempos como en los malos (...)[38]. (Este texto se relaciona con nuestro problema de modo indirecto, pues su objetivo es comparar un reino con el mar y los consejeros reales con los instrumentos que deben guiar a los pilotos en la navegación).

Los pasajes que acabamos de transcribir exigen algunos comentarios. Del segundo, en el que no es muy clara la referencia al hecho de que la aguja (naturalmente de gobernar una embarcación) sea medianera entre la piedra y la estrella (¿quiere decir que la aguja, como se sabe, tendría que estar magnetizada antes de su uso en la llamada «piedra de cebar» o «piedra magnética»?), muestra que la estrella (sin duda la Polar) era usada por los marineros exclusivamente para orientación, o sea, para indicar el rumbo norte; y decir que la aguja mostraba el lugar (¿o rumbo?) que los marineros seguían, corresponde admitir que ella apuntaba (o «hería» como se había de decir en Portugal en el siglo XVI) rigurosamente al norte, lo que, como bien se sabe, no siempre, y sólo excepcionalmente, era verdad; los marineros aún no se habían dado cuenta del fenómeno después llamado «declinación», o sea, el ángulo, variable de grado que forma el punto principal de la aguja con la dirección norte-sur geográfico, en relación al cual, aquel punto principal generalmente se desvía en el sentido este u oeste. Volveré a hablar de la aguja de gobernar la embarcación, pero diré de inmediato que no era

[38] *Las siete Partidas* del rey Alfonso X el sabio, tomo 2, p. 79 y p. 269, Madrid, 1807.

sorprendente que los pilotos del Mediterráneo no se hubiesen dado cuenta de tal desvío; la declinación magnética en ese mar se mantenía dentro de valores bastante discretos, y que de sobra sufrirán pequeñísimas variaciones a lo largo del tiempo (variaciones llamadas seculares).

Nada hay que decir sobre las reglas anteriormente escritas, al respecto de lo que se debía pedir al saber de un piloto; era el indispensable, por entonces; y dígase que, cuando en el siglo XVI se procuró juntársele otras varias exigencias, algunas de las novedades carecían de fundamento y otras eran de aplicación más falible.

En los pasajes transcritos sólo nos puede sorprender, por un lado, que no hablé de la sonda (o de la plomada y de su «sondareza», como se puede leer en el documento portugués adelante citado y del primer cuarto del siglo XV), y por otro lado, cuando se verifica que no existía en todos los pasajes cualquier alusión a la carta náutica o a los portulanos. Se admite que la sonda se le había escapado al recopilador de pasajes de los escritos portugueses del siglo XVI, también nosotros no nos acordamos de haberla visto referida; felizmente repetidas veces se habla de la operación de «sondar» (que entonces se escribía alternativamente «soldar»), que naturalmente implica su uso; en aquel documento del cuatrocientos es natural que aparezca, pues se trata del inventario, y es de suponer que exhaustivo, con las pertenencias de un navío; quiere decir: que la sonda era un dispositivo suficientemente conocido para que mereciese cualquier referencia explicativa.

No se puede decir lo mismo de las cartas náuticas o de los portulanos; y la carta náutica pasó desde el siglo pasado a ser designada por cartaportulano, por tratarse, en cierto modo, de una ilustración gráfica, de las indicaciones de esos antepasados de los derroteros portugueses y descendientes del periplo de la antigüedad, que describían náuticamente las costas y los caminos que a lo largo de ellas podían hacer los navíos, con las distancias de los lugares más significativos y los posibles puntos de escala, al margen de las líneas de rumbo por ellos definidos. Ahora bien; la carta náutica Pisana que se conserva en la Biblioteca Nacional de París, hoy en mal estado, mas a pesar de eso de contornos bien claros, data muy probablemente del final del siglo XIII [39];

[39] Una reproducción, no muy clara, se encuentra en L. Bagrow-Ralph Skelton, *The History of Cartography*, grabado XXXII in fine, Londres, 1964; otra más legible, aparece anexa al libro de B. R. Motzo, *op. cit.*

sabemos con seguridad que anteriormente existían cartas a bordo de navíos que cruzaban el Mediterráneo, por lo visto, según oportunamente anotó Armando Cortesão [40], cuando el rey Luis XI de Francia (después santificado) navegaba por el Mediterráneo camino de Túnez, quiso saber (se presume que después de una breve tempestad) el lugar donde se encontraba; le trajeron una carta náutica y le anotaron la posición de su navío, por cierto calculada por consideración del piloto. Esto pasó en 1230, pero no llegó a nuestro conocimiento el más mínimo registro sobre la náutica de ese tiempo; de cualquier manera, la perfección que puede, a pesar de todo, ser apuntada en la carta Pisana (con excepción de la representación de las costas del norte de Europa, bastante defectuosas), nos lleva a admitir que ella tuvo antecedentes, y que San Luis viese una carta de esa naturaleza, poco anterior a la Pisana, el puerto en que aproximadamente se situaba su navío.

Con la carta Pisana está íntimamente relacionado un portulano, que se titula *Il Compasso da Navigare*, y cuya redacción en la versión que hoy conocemos ha sido datada (*ca.*) 1250 [41]. De esos portulanos, al margen del citado, sobrevivieron cerca de una docena, todos con las mismas características: lenguaje simple y sincopado con las informaciones referidas (rumbos y distancias entre lugares costeros considerados más importantes) y otras raras informaciones de interés náutico; son tanto próximos de estructura del más antiguo derrotero portugués conocido (designado por *Este libro es del derrotear*, y fechado por Magalhães Godinho en 1485) respecto a la costa del norte de África, que uno y otro describen, que si los pasamos a la misma lengua, y convertimos las millas del primero en las leguas que en el segundo se usan, es difícil distinguir entre todos cuál es el de origen portugués; esto nada tiene de extraordinario, porque la experiencia puede ser repetida con el derrotero de Pierre García, hay algunos años estudiados y publicados por David Waters, y exactamente con los mismos resultados [42].

[40] El caso es contado en la crónica de G. de Nangis, A. Cortesão, *The History of Portuguese Cartography*, vol. I, p. 223, Coimbra, 1969.

[41] Fue publicado, con estudio introductorio, por B. del Motzo: *Il Compasso da Navigare*, Cagliari, 1947 (trae en anexo una copia a la pena de la carta Pisana).

[42] D. Waters, *The Rutters of Sea. The Sailing Directions of Pierre García*, London y New Haven, 1967.

Los portulanos existentes fueron estudios y publicados en 1909 (en obra reeditada recientemente) y en ellos se notan las características de una estructura que se mantiene a través del tiempo[43]; han llegado, en consecuencia, a una fase madura, y no es preciso retocarlos; eso se comprueba por el hecho de que el derrotero portugués anónimo arriba citado y el de Pierre García se presentaron con las mismas características. Lo mismo nos sucede con las cartas náuticas; si es verdad que el área mediterránea se presenta prácticamente inalterada entre todos ellos, en cuanto a los contornos del norte europeo, si disponemos de esas cartas náuticas por orden cronológico, verificaremos que éstos son representados cada vez con mayor rigor, con el intento de alcanzar la mayor perfección posible; después de eso el diseño se mantiene hasta bastante tarde, bien como toda la restante parte de la carta, pues aún hay mapas de ese tipo, y con insignificantes alteraciones diseñados ¡en el siglo XIII!

Al juntar estos conocimientos necesarios de los pilotos de la Edad Media, y antes del siglo XV, queda hablar de la «toleta» o «razón de marteloio» y de las reglas para conocerse las horas del mar en determinado puerto. Antes de eso, entretanto, haré algunas consideraciones sobre la brújula o aguja del bien navegar; su aparición a bordo es difícil de fechar, pero ciertamente los pilotos se servían ya de ella desde el inicio del siglo XII; en una forma bastante primitiva, será bueno añadir, pues se limitaban a colocar una leve aguja magnetizada y untada de aceite en un recipiente con agua, donde fluctuaba en virtud del grosor que se revestía y del poco peso; con el tiempo fue perfeccionada, y en 1514 João de Lisboa, en un pequeño tratado en diez capítulos (del que existen algunas copias trucadas y con errores, pero que entre sí se completan y corrigen) describe por primera vez una aguja náutica satisfactoria. Si es difícil indicar la fecha exacta de su aparecimiento en náutica, no menos difícil es atribuirle el origen. Los historiadores de la evolución de la ciencia en China afirman que las propiedades de la aguja magnetizada fueron descubiertas allí; otros se inclinan por el origen árabe de la aguja del bien navegar, sugestión que no es del todo incompatible con la anterior, pues los árabes pueden haber obtenido su conocimiento

[43] Hacia la segunda edición de K. Kretschmer, *Die Italienische Portulane des Mitteralters,* Hildesheim, 1962.

a través de mercaderes que retornaban de aquel fabuloso imperio del oriente, vía que también podían haber dado a conocer a los europeos. En el caso de China, la aguja sería usada para la travesía de zonas desérticas; y ciertos autores contraponen que su utilización en las navegaciones, en el mundo occidental, habría sido obra de Petrus Peregrinus, en 1269[44]. La verdad, no obstante, es que las propiedades de la aguja magnetizada fueron conocidas y descritas antes de Petrus Peregrinus, pues habló de ella, por ejemplo, Alexandre Neckam, ya en el siglo XII. En textos tardíos, como un *Arte de Navegar del Pie*, de Francisco da Costa[45], escrito en los últimos años del siglo XVI, se dice que la introducción de la brújula en náutica habría sido responsabilidad de un marinero amalfitano, de nombre Flavio Gioia. Esta referencia aparece repetida por otros autores, mas ignoro cómo aparece en la historia de la introducción de la aguja magnética en náutica; es probable que la noticia no tenga el más mínimo fundamento.

Pasamos a la «toleta de marteolio». Si los viajes marítimos pudiesen ser todos llevados a su término según un rumbo constante, la actividad del piloto se limitaría a leer en la carta el rumbo que separa el puerto de partida y el puerto de lleagada, y al mantener después la navegación en ese rumbo, calculado eventualmente por afición, y sólo por desafío, a la distancia que le iba siendo recorrida; y adelanto que tal cálculo era totalmente innecesario, porque, en caso de que no hubiese corrientes marítimas que hicieran decaer el navío, éste acabaría siempre por alcanzar sin más preocupaciones su destino. Las corrientes debían ser conocidas (por eso en las *Partidas* se dice que el piloto debía conocer dónde el mar es «quieto» o es «corriente», como se vio), y quien pilotaba un navío estaba en condiciones de avalar el «abatimiento» (o sea: el desvío en relación al rumbo directo escogido) que para el navío resultaba de tales corrientes; también eso era estimado por el piloto, y aparecía en náutica como un factor de incertidumbre.

[44] El texto de Peregrinus, y los de otros autores medievales que se ocuparon de la brújula, fueron traducidos en lengua alemana por H. Balmer, *Die Geschichte der kenntoriar des Erd magnetismes,* Aarem 1964. De los autos de la Península Ibérica ninguno fue traducido, con excepción de Pedro Medina, a partir de la versión francesa de su obra; Balmer no conocía ninguna lengua hispánica.

[45] L. de Albuquerque, *Duas Obras Inéditas do Pe. Francisco da Costa,* Macau, 1989.

Pero la derrota directa, hasta aquí supuesta, era casi siempre imposible por uno de estos dos motivos: o porque sólo se podía dar vela avanzando a través de sucesivos bordos; o sea navegar de bolina, o porque entre los dos puntos extremos del viaje se interponían accidentes geográficos (islas o bajos, por ejemplo) que obligaban al piloto a desviarse de la ruta directa. El problema que se presentaba entonces en el pilotaje era el de saber reconducir el navío a ese rumbo directo después de cada bordada. Recurriendo a una tablilla o a reglas equivalentes, se podía resolver el problema; la tablilla o conjunto de reglas constituían la «toleta de marteloio» o también «razón de marteloio»; en el capítulo V explicaré el fundamento de este conjunto de reglas, que a veces se presentaron en forma de tablilla; por ahora me limito a informar que la invención de la «toleta» se le atribuye frecuentes veces a Raimundo Lull, pero la página de su obra en la que se supone está a la vista no se distingue por su claridad [46].

Para completar los conocimientos náuticos anteriores al cuatrocientos, me falta hablar del modo en que se determinaban las horas de los mares en cada día. Todo pasaba por el conocimiento de la hora de la primera pleamar después de la luna nueva en cualquier puerto («establecimiento del puerto»); la más antigua referencia que de tal hecho se conoce está registrada hacia el lugar de *London Bridge*, pudiendo leerse un manuscrito del siglo XIII [47]; a partir de ahí se contaba el trazo diario de la luna en «una cuarta», a la que correspondía el mismo trazo diario en los mares en relación a las horas de establecimiento del puerto; como las 32 cuartas de rumbo de la rosa de los vientos correspondían a 24 horas, una cuarta valdría 45 minutos, ligeramente inferior al verdadero valor del trazo (48 minutos); los mejores pilotos sabían que aquel valor era errado, pero lo aceptaban, como hizo Duarte Pacheco Pereira, porque con él podían confiar más fácilmente los trazos en el decorrer de la lunación conociendo la «edad de la luna», o sea, el número de días recorridos sobre el de la nueva nueva, contándolos por cuartas de la rosa de los vientos.

[46] A. Cortesão discute el problema en *History of Cartography*, vol. I, pp. 206 y ss., Coimbra, 1969.

[47] D. Gernez, «Les Indications Relatives aux Marées dans les Anciens Livres de Mer», en *Archives Internationales d'Histoire des Science,* vol. II, (1948-1949), p. 688.

Con alguna imaginación los pilotos lograban anotar en el mismo diseño, constituido por diversas coronas circulares concéntricas, el establecimiento del puerto en varios lugares; el conjunto sería cortado por líneas de rumbo a partir del centro, y cada corona circular quedaba reservada a un puerto; en los rumbos respectivos se escribía en el espacio de la corona circular una B o una P, para las horas de la bajamar o de la pleamar para cualquier día de luna nueva. Se contaban por tantas cuartas cuantos días de luna, como se dice, a fin de saber las horas de los mares en otros días de la lunación entonces iniciada. A veces se encontraban, en vez de tales gráficos, las horas de los mares dadas in extenso para ciertos puertos en día de luna nueva, como en el portulano de Petro Versi (1444). Pertenecían aún al bagaje de los conocimientos de los pilotos las reglas para la determinación de la hora nocturna calculada a partir de la Polar, habiendo de prestar atención al lugar ocupado por el astro en el círculo aparente que describía diurnamente; tales reglas aparecían numerosas veces transcritas en textos náuticos portugueses del siglo XV, presentándose muchas veces en formas gráficas. No vamos a detenernos aquí a exponerlas porque al final, tenían más interés para los astrólogos que para los pilotos; éstos con seguridad las conocían, porque el siglo XI estaban extensamente divulgadas; lo sabemos a través del testimonio del rey don Duarte en el *Leal Conselheiro*, donde declara que en el reino de Portugal «el (conjunto de estas reglas o régimen de la hora nocturna) saben tantos que no pienso que así generalmente lo sepan en otra tierra (...)» [48]. Todavía, el reglamento, a pesar de estar ciertamente a su alcance, rarísimas veces habría sido usado en la navegación; en relaciones de viajes, en diarios y en otros documentos náuticos, la aproximación del tiempo rarísimas veces alude a la hora; casi siempre la alusión va por los «cuartos» de la vigilancia de navegación (cuarto de modorra, cuarto del alba, etc.), indicándose como mucho, la hora aproximada del acontecimiento por el correr del tiempo en el trasncurso de cada cuestión: «entrado el cuarto del alba», «a la mitad del cuarto de modorra» y frases semejantes, donde la imprecisión es naturalmente muy grande. El rigor de las medidas del tiempo y del espacio es, sin duda, una conquista lenta, reflejando un avance tecnológico; la tecnología de los siglos XIII-XV no exigía más rigor como

[48] Edición de Joseph Piel, p. 224, Lisboa, 1942.

gor, como entre algunos pueblos de la antigüedad bastaba que se tomase el número trascendente Π como igual a 3, porque eso satisfacía sus exigencias de precisión, o si prefieren, a la precisión posible en las medidas de ese tiempo.

Todos los elementos que entran en la descripción de la náutica anterior a los viajes atlánticos del siglo XV podían haber llegado al conocimiento de los pilotos portugueses, dada la convivencia, como se dice, que ellos tuvieron con navegantes mediterráneos. Todavía disponemos de poquísimas comprobaciones de ese conjunto de prácticas por ellos usadas. Se sabe, y la lo recordé, que el régimen de la hora nocturna estaría por cierto muy divulgado, pero también señalé que era de todos los datos el texto menos importante en el pilotaje, a principios del siglo XVI. Todavía pusimos una indicación sobre la existencia de sondas y de agujas de navegar a bordo de un navío portugués, así como de un reloj; esas referencias aparecen en el término labrado sobre el alistamiento de una embarcación, a la que antes me referí; en dos «capítulos» del inventario se registra que fueron encontradas en el navío «tres agujas de navegar y un reloj», en el primero, y dos plomadas de sondear y su «sondalezas», en el segundo [49]; en estos registros nos sorprende el reloj: ¿de qué tipo sería? El más vulgar era, por cierto, la «ampolleta», en los que Fernão de Magalhães con alguna ingenuidad creyó poder «conservar» a bordo el tiempo de Sevilla, por posible instigación de Rui Falairo; llevó consigo unas del dieciocho, pero transcurridos algunos días de navegación se desconcertaban tanto entre sí que las abandonó y pasó a confiar antes en su estima para saber el meridiano en el que se encontraba. ¿Sería de ese tipo el «reloj» enrolado en aquella navegación? Nunca lo sabremos.

También se encontraban alusiones a las cartas de navegar, en especial en la *Crónica dos Feitos da Guiné*, pero teniendo a la vista las cartas del pasado, y no del tiempo en que la crónica fue escrita o en las que los viajes, por ellas descritas, se realizaron. Por ejemplo: antes de haber conseguido pasar el cabo Bojador, el infante don Henrique, según el cronista, increpó a sus marineros, por si ellos se temían las dificultades que podían encontrar al navegar por el sur de las Canarias: «(...) y en la verdad y me maravillo qué imaginación fue esta que todos

[49] Silva Marques, *Descobrimentos Portugueses*, vol. I, p. 241, Lisboa, 1944.

prohijáis de una cosa de tan pequeña certificación; porque, aún que estas cosas que se dicen tuviesen alguna autoridad, no os daría tan maña culpa; pero queréis decirme que por opinión de cuatro navegantes, los cuales, como son sus carreras estudiadas en Flandes, o de algunos puestos por donde comúnmente navegan, no saben más por tener aguja ni carta de navegar (...)» [50]; y los marineros, aún según Azurara, se justificarían así: «Y por tanto nuestros antecesores nunca se entremetieron de él pasar (se refieren, es claro, al cabo de Bojador). Y por cierto no fue su conocimiento de tan gran oscuridad, cuando no lo supieron poner en las cartas porque se rigen en todos los mares por donde la gente puede pasar» [51].

Los dos discursos pueden haber sido imaginados por el cronista, pues al escribir después de transcurridos 20 años es natural que se hubiesen perdido las palabras exactas de unos y otros; a pesar de eso, Azurara no iba a hablar de cartas náuticas si no supiese que estaban en uso. Y las dos referencia citadas no son, en absoluto, únicas; el cronista nos dice también que más allá del cabo Bojador la costa era representada a ojo («la ventura», como se dice en el texto), lo que corresponde a la verdad; en las cartas mallorquinas y catalanas los pormenores de la costa eran apuntados hasta el Bojador, y de ahí hacia el sur la línea costera es de una regularidad que apenas existía en la imaginación de los cartógrafos; también afirma que más allá de 600 leguas esbozadas hasta aquel cabo (no se sabe dónde era iniciada la cuenta, pero el número será tal vez exagerado), «son añadidas sobre ellas más cuatrocientas cincuenta leguas»; dice aún que aparte del diseño recientemente añadido la carta tradicional, correspondía la verdad, o sea, era «cosa vista por el ojo» [52].

Podemos admitir, por tanto, que los navegantes portugueses utilizados por el infante don Henrique conocerían, si no todos, por lo menos los más importantes medios de la navegación de su tiempo. Puede admitirse que no todos hubiesen tenido acceso a la «toleta de marteloio», que podemos suponer poco divulgada, a pesar del «régimen de las leguas», como quedó dicho, en respuesta a los problemas náuticos del tipo que la «toleta» resolvía; pero es inadmisible que no conociesen

[50] Azura, *Crónica dos feitos da Guiné*, ed. Dias Dinis, p. 54, Lisboa, 1949.
[51] *Idem, idem,* pp. 48-49.
[52] *Idem, idem,* p. 348.

la aguja de navegar (además citada en el enrolamiento arriba referido), la carta de navegar (como acabamos de ver) y los portulanos o ruteros, de los cuales mejor dicho, jamás encontré en textos de ese tiempo cualquier referencia expresa o directa.

Antes de concluir este capítulo tendré que hacer aún dos observaciones.

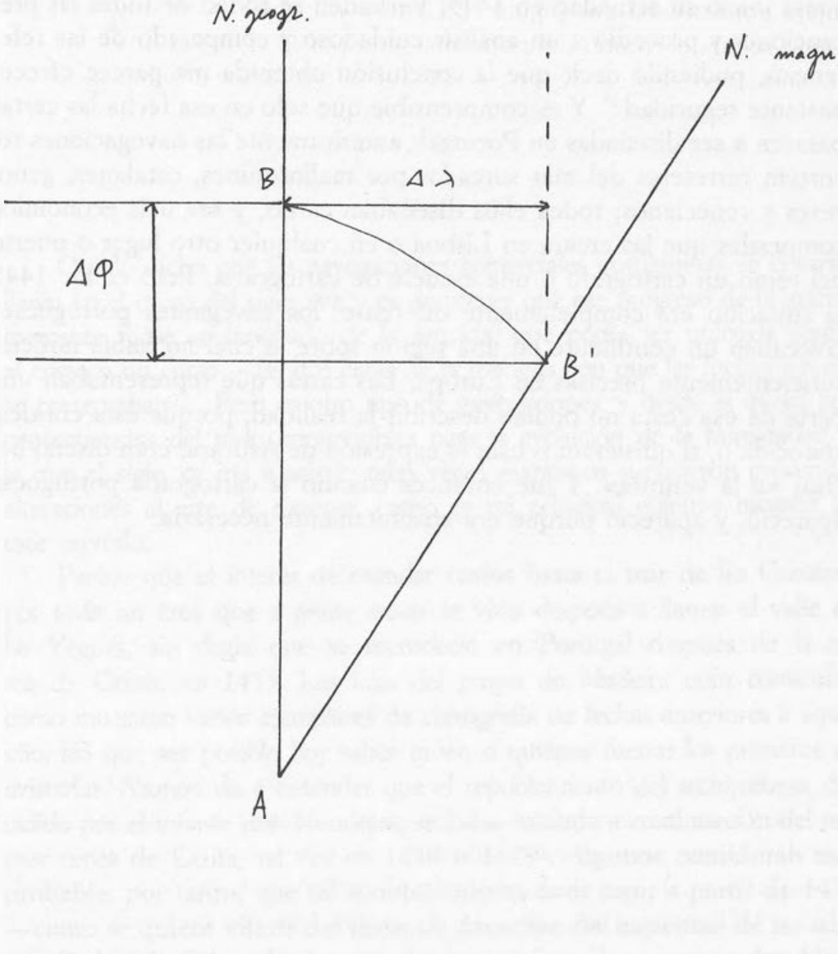
La primera se refiere al hecho de no aparecer en escritos de este período relacionados con la náutica cualquier citación del astrolabio o del cuadrante. Se ha admitido que con ellos se determinaba la latitud a bordo de los navíos, y fue Fernández de Navarrete quien, por primera vez, escribió en 1846, admitiendo implícitamente que aquella coordenada geográfica se determinaba, en tales condiciones, ya en tiempos de don Alfonso X de Castilla; el que este rey hubiera escrito o mandado escribir en las *Partidas* a propósito del arte de navegar, fue la infundada causa del reparo del historiador español[53]. En tiempos más recientes también Armando Cortesão retrae el inicio de tales observaciones astronómicas al siglo XIV (a propósito, en fecha que nunca llegó a dejar determinada). Creo que la conquista de lo que llamamos navegación astronómica, tal como atrás se definió, es más bien tardía. Más adelante precisaré esta afirmación, y mostraré como surgió y se desarrolló; basta por ahora notar que, en primer lugar, no se conoce la más esporádica ni incluso indirecta alusión a la utilización de instrumentos apropiados para la medición de latitudes en cualquier navío en el período del primer lugar del arte de navegar al que podemos llamar mediterráneo, por tener en el Mediterráneo su origen; después, hay que tener en cuenta que ningún texto náutico de esa época apunta alturas de astros o latitudes de lugares; y, en último lugar, las cartas náuticas o cartas-portulano presentarán siempre los límites de la bacía de ese mar interior con distorsiones en algunas áreas bastante acentuadas, en virtud de que el trazado se basa en rumbos magnéticos y no geográficos, con la consecuencia inevitable de quedar separadas, en la latitud y en la longitud, las posiciones de muchos lugares representados.

Me detendré un poco más en este caso, porque implica una cierta «desconfianza» (o mismo «crisis») de la cartografía, luego anotada por

[53] Fernández Navarrete, *Disertación sobre la historia de la Náutica,* p. 47, Madrid, 1846.

los pilotos cuando se iniciaron, de hecho, recursos astronómicos en náutica; y con entera razón de su parte. Lo que pasaba, en verdad, era lo siguiente: se admitía que un navío partía de A (Figura 1), lugar en que la declinación de la aguja tenía valor de (β) para nordeste (esto es: la aguja nordesteaba del ángulo (β), como se decía); y supóngase que el navío seguía el rumbo del norte marcado por la aguja; al fin de un cierto número de leguas de navegación, el piloto suponía haber alcanzado el punto B, sobre el meridiano que pasa por el punto de partida, cuando en verdad se encontraba en B', con errores de latitud y de longitud, en relación al punto que suponía haber alcanzado, que serían de (Aφ) y (Aλ), respectivamente. Sólo así se explican las deformaciones del área del Mediterráneo en las cartas náuticas de ese tiempo que Pedro Nunes notó y en las que Armando Cortesão tanto insistió. La única explicación posible para tales deformaciones son exactamente consecuentes la práctica de una navegación de rumbo magnético y de estima, sin recurso a cualquier determinación de coordenadas geográficas, lo que Navarrete no comprendió pero Armando Cortesão tomó al final en cuenta, al explicar —y bien— las anomalías cartográficas verificadas en el trazado de recortes costeros del Mediterráneo; todavía aceptaba que se tenía medida la latitud geográfica en náutica en el siglo XIV, lo que inevitablemente corregiría los desaciertos entre los valores de esa coordenada y la carta, como vino a acontecer, como sabemos por los reparos hechos por Diogo Gomes y por João de Lisboa (éste muy expresivo), más allá de los de Pedro Nunes.

La segunda observación que deseaba hacer, antes de dar por cerrado este capítulo, tiene por objeto la fecha del inicio de la construcción de cartas náuticas en Portugal. Fue también Armando Cortesão quien escribió que los cartógrafos portugueses iniciaron su labor en tiempos de don Dinis; pero no existe ninguna carta con origen portugués de ese tiempo; ni cualquier citación que implique una sola de ellas; Duarte Pacheco Pereira escribió, entre 1505 y 1508, que fue Jaime de Mallorca, cartógrafo catalán, el que vino a enseñar su arte a los portugueses, en fecha además incierta, pues dice que tal acontecimiento tuvo lugar en «tiempo del infante don Henrique». Esta afirmación del *Esmeraldo de situ orbis* está hoy sujeta a una revisión en curso, pues hay indicios de que Jaime de Mallorca falleció en 1410, cuando el infante tenía apenas 16 años, y tal vez ni siquiera pensase en navegaciones; todavía, Ar-



mando Cortesão, desconociendo desafortunadamente este detalle, también disentía de Duarte Pacheco, porque entendía que el mallorquín, a quien además atribuye grandes conocimientos, vendría contratado a Portugal a fin de enseñar a construir instrumentos, pues, en su opinión,

ya en el reino se diseñaban cartas desde hacía mucho[54]. Ahora bien: estudiando con mucha atención los pasajes de la *Crónica dos Feitos da Guiné*, en los que hay alusiones a la cartografía, Charles Verlinden puede concluir, en un ensayo relativamente reciente, que la cartografía portuguesa inició su actividad en 1445; Verlinden se rodeó de todas las precauciones y procedió a un análisis cuidadoso y comparado de las referencias, pudiendo decir que la conclusión obtenida me parece ofrecer bastante seguridad[55]. Y es comprensible que sólo en esa fecha las cartas pasasen a ser diseñadas en Portugal; anteriormente las navegaciones recorrían carreteras del mar surcadas por mallorquines, catalanes, genoveses y venecianos; todos ellos diseñaban cartas, y era más económico comprarlas que las creara en Lisboa o en cualquier otro lugar o puerto del reino un cartógrafo o una escuela de cartografía. Pero en *ca.* 1445 la situación era completamente diferente: los navegantes portugueses costeaban un continente en una región sobre la cual no había noticias suficientemente precisas en Europa. Las cartas que representaban una parte de esa costa no podían describir la realidad, porque ésta era desconocida o, si quisiéramos usar la expresión de Azurara, eran diseño hechos «a la ventura». Y fue entonces cuando la cartografía portuguesa apareció, y apareció porque era absolutamente necesaria.

[54] A. Cortesão, *History of Cartography*, vol. II, pp. 93-97, Coimbra, 1971.
[55] Ch. Verlinden, *Quand commença la Cartographie Portugaise?*, Lisboa, 1986.

Capítulo II

EL PRIMER PASO PARA LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA

Quedó dicho que las navegaciones comerciales portuguesas se desarrollarán en el curso del siglo XIV; y es de prever que ese progreso de la marina mercante fuese acompañado de la armada, que podía ser utilizada contra el corso o no corso —las dos caras de la moneda con que las luchas navales se presentaban—. Pero es otro tipo de navegaciones, y desde el inicio, con consecuencias del todo imprevisibles para la evolución de la humanidad, a la que el siglo XV iría a asistir; tales viajes marítimos supusieron profundas alteraciones al arte de navegar, como es mi principal objetivo mostrar en este capítulo.

Parece que el interés de mandar navíos hasta el mar de las Canarias, por toda un área que a *grosso modo* se vino después a llamar el valle de las Yegüas, sin duda que se recrudeció en Portugal después de la toma de Ceuta, en 1415. Las islas del grupo de Madeira eran conocidas, como muestran varios ejemplares de cartografía de fechas anteriores a aquel año, sin que sea posible hoy saber quién o quiénes fueron los primeros en avistarlas. Azurara da a entender que el repoblamiento del archipiélago, decidido por el infante don Henrique, se había iniciado a continuación del primer cerco de Ceuta, tal vez en 1418 o 1419[1]. Algunos consideran más probable, por tanto, que tal acontecimiento tuvo lugar a partir de 1425 —como se quiere inferir del texto de donación del espiritual de las islas a la Orden de Cristo, hecha por el mismo infante[2]—; aunque don Hen-

[1] *Crónica dos Feitos de Guiné,* ed. Dias Dinis, pp. 360-361, Lisboa, 1948.
[2] Días Dinis, *Monumenta Henricina,* vol. XIII, p. 348, Coimbra, 1972.

rique, un tanto incierto en la fijación del tiempo, dice: «comencé a repoblar mi isla de Madeira hará ahora treinta y cinco años».

Poco interesa el año exacto de esta decisión; podemos aceptar que ocurriera entre 1418 y 1425. Importa, eso sí, reconocer que los viajes en ese mar se tornaron entonces más asiduos; no es que se posea crónica o textos que a todos ellos se refieran, pero ¿por qué los habitantes de Madeira no podían quedar privados de comunicaciones periódicas con el continente?; más allá de eso, hay indicaciones concretas sobre algunos de esos viajes. Así, en 1425, navíos protugueses comandados por don Fernando de Castro intentaron sin éxito constituir el Señorío de Gran Canaria, hecho que es referido por el obispo Afonso de Cartagena en alegaciones que algunos pensaron habrían sido presentadas en el concilio de Basilea de 1435, en defensa del derecho castellano, por él sustentado, a la posición del archipiélago [3], y también por la relación dictada por Diogo Gomes a Martim Behaim, al final del siglo XV [4]. Por otro lado, las navegaciones se alargaron también hacia poniente, pues sabemos que los grupos oriental y central de las Azores fueron reconocidos en 1427 por un piloto de nombre Diogo de Silves [5], de acuerdo con la leyenda explícita que encontramos en una carta catalana de 1439. Todavía hay entre los dos archipiélagos una diferencia importante: Madeira fue rápidamente poblada por diligencias de los tres capitanes escogidos por el donante (infante don Henrique), o sea, por Bartolomeu Perestrelo, de origen italiano, capitán de Porto Santo, y dos escuderos henriquinos, João Gonçalves Zarco y Tristão Vaz (éste añadiría después a su nombre el apellido Texiera, que era el de su mujer), se quedaron con las capitanías del Funchal y del Machico. Ahí se inició en breve tiempo la explo-

[3] *Alguns Documentos da Torre do Tombo*, pp. 3-4, (trad. port.), y también en Silva Marques, *Descobrimientos Portugueses*, vol. I, pp. 291 y ss., Lisboa, 1944.

[4] V. Magalhães Godinho, *Documentos sobre a Expansão Portuguesa*, vol. I, pp. 111-112, Lisboa, s. f.

[5] D. Peres, *Descobrimentos Portugueses*, pp. 64-49, Oporto, 1943. La literatura de leyenda de la carta catalana de Gabriel de Valseca, diseñada en 1439, donde viene referido el hallazgo del archipiélago tuvo diversas fases; sucesivos lectores vieron en el segundo nombre del piloto, autor del descubrimiento, *Guullen* (paleográficamente imposibles *simas* y *senil)*, este para poner a la leyenda un tanto de acuerdo con la información de João de Barros, según la cual, podía ser tomado por descubridor del archipiélago un navegante de apellido viejo (senil = viejo), indicación abreviada de frai Gonçalo Velho, idea además compartida por Gaspar Frutuoso; pero la carta de Valseca acabó definitivamente con tales dudas, y a la lectura de Damião Peres se aventajó las que circulaban acerca del nombre del piloto.

tación de la caña dulce, que en el inicio del siglo fuera ensayada en el Algarve, con pies traídos de Sicilia, pero sin grandes resultados. En las Azores, por el contrario, mediaron 12 años entre el desarrollo y la autorización por el infante don Henrique para poblar las islas (carta regia de 1439); y si él, al abrigo de ese documento, mandó soltar ovejas —si es que no lo hizo antes—, tarea que probablemente fue desempeñada por Gonçalo Velho, no por eso se aceleró el poblamiento de las siete islas azoreñas entonces conocidas. De hecho, el 10 de marzo de 1449 una nueva carta regia repite la autorización para hacerlo, señal de que diez años antes del despacho análogo no se había seguido la acción en él prevista; y no acontece hasta que un cronista del siglo XVI, João de Barros, adelanta que sólo después de esta segunda carta regia Gonçalo Velho dispersó algún ganado en dos grupos de islas entonces conocidos.

No creo que esta última información de João de Barros deba ser considerada como correcta, y creo que la dispersión de ganado por esas islas fue anterior a la segunda carta regia, tal vez en 1445. Todavía, estas dificultades al respecto de la ocupación definitiva del grupo de las islas azoreñas, con relación a esta presteza con la que fueron ocupadas las maderenses, tiene un significado que se relaciona muy de cerca con el problema central de este libro. Quiero decir: en cuanto que viajar en veleros hasta Madeira no ofrecía grandes dificultades, sin embargo para el retorno era necesario esperar vientos de forma, o entonces «meterse al mar» (como además dijo haber hecho Diogo Gomes, cuando quiso volver al reino con viento contrario) [6]. Las Azores quedaban más bien desviadas. De este modo, su caso sólo pasó a ser más frecuente cuando de la isla de Madeira —como ahora se dice— o de cualquier punto de la costa africana, se quería volver a Lagos o, más tarde, a Lisboa, por desorden del rumbo bastante más largo pero en mucho menos tiempo. Y fue este tipo de navegación lo que llevó al arte de pilotar, de modo absolutamente natural, al recurrir a la determinación de las alturas de los astros, y a compararlas entre sí, como adelante diré. Es sólo en el momento en que esto se verifica cuando osadamente se puede decir que «apareció» la

[6] Mahalhães Godinho, *Documentos sobre a Expansão Portuguesa*, vol. I, p. 94. Lisboa.

navegación astronómica, como hace años afirmó Emmanuel Poulle[7], y antes de él escribiera también Joaquim Bensaúde.

Nos estamos refiriendo a una época antes de haber supuesto Navarrete que la determinación de latitudes fuera introducida en náutica aún en el siglo XIV. También se dice que Armando de Cortesão, aunque él no lo afirmase categóricamente, no rechazaba tal idea. No fueron los únicos, y algunos autores hasta retraerían ese acontecimiento para la antigüedad, habiendo el mismo Cortesão a propósito dubitativamente sugerido que los fenicios habían practicado ese género de náutica[8]. Thomas Hearth analizaría, y respondería afirmativamente a la pregunta de Cortesão («¿Tendrían los fenicios una ciencia náutica?») al citar un libro titulado *Astronomía Náutica*, que habría sido compilado por esos célebres navegantes[9]; pero si tal libro existió, nunca fue visto por cualquier estudioso el valioso legado escrito en lenguas del Oriente Próximo; si existió, lo que es dudoso, se perdió irremediablemente, y ni siquiera a nosotros nos es posible hacer meras conjeturas sobre su contenido. También se ha dicho que Píteas, navegante de Marsella, observó latitudes en sus viajes y en el relato de ellas, —rehecho por Ferdinand Lallemand—, al hacer referencias a esas observaciones es sabido que todas fueron hechas en tierra, y a eso no se puede llamar navegación astronómica. Sin embargo, Laguarda Trias recuerda, y tiene razón, que tales observaciones terrestres precedían a ese tipo de navegación[10]; sólo que en este caso, para llegarse a la última fase de una lenta evolución, hubo que esperarse más de un milenio y medio...

En verdad, vamos a ver que la navegación que considero (y Poulle consideró también antes que yo) como verdaderamente astronómica, solamente tuvo su inicio cuando las rutas trazadas por los navíos se apartaron acentuadamente de las proximidades de las líneas costeras, perdiéndose así la posibilidad de una fácil aproximación de la tierra, para el piloto saber, por las «conocidas» (o sea: señales bien caracterizadas) cuando eran vistas,

[7] «Les conditions de la navigation astronomique au XV[e] siècle», en la *Revista de la Universidad de Coimbra*, vol. XXIV (1971), pp. 33-48, Coimbra, 1971.

[8] «Had the Phoenicians a Nautical Science?», en *Actes du V[e] Congrès de l'Histoire des Sciences*, pp. 233-240, Jerusalén, 1953.

[9] *A Manuel of Greek Mathematics,* p. 90, Nueva York, s. f.

[10] R. Laguarda Trias, *Las más Antiguas Determinaciones de la latitud en el Atlántico y el Índico*, Madrid, s. f.

que señalizaban el lugar en que se encontraba. Y eso apenas surgió después de que los navegantes se alejaran mucho más allá del cabo Bojador, y comenzaran a afrontar dificultades para el retorno al punto de partida, en desenlaces de vientos y corrientes contrarias. Se buscaron entonces nuevas soluciones náuticas, y fue por eso que las derrotas dejaron de ser costeras, o por lo menos no muy apartadas de las costas, haciéndose así necesario encontrar otros medios que les diesen una seguridad que la nueva maniobra náutica les había hecho perder. Y también se puede decir que la navegación astronómica en su forma atlántica es la que más nos interesa por ahora, o, en cualquier caso, fue recurso que surgió dondequiera que el tipo de navegación adoptada lo pidiese, luego y siempre que las derrotas de los navíos dejaron de ser trazadas en las proximidades de los recortes costeros.

Sin que pretenda profundizar en el estudio de la náutica que los portugueses llegaron a practicar en algunas rutas orientales —cuando llegaron al océano Índico, en 1498— no puedo dejar de referir un caso en pocas palabras, por tratarse de un ejemplo de lo que acabo de decir, y por ventura el más directo y simple[11]. Dígase pues, y con la mayor brevedad posible, cómo se atravesaban los golfos de Camboya o de Bengala.

Supóngase que un navío salía del mar Rojo, y se dirigía a un puerto de la península del Indostán occidental; el piloto (y podía ser árabe, persa, guzarate o tal vez malayo) llevaba su navío bordeando la costa de Arabia (o Arabia Félix, como la designaban muchas veces, por influencia ptolemaica), siguiendo a la vista de tierra y aumentando la latitud, usando un dispositivo llamado kamal (en Portugal se le dio el nombre de «tavoletas de la India»). El piloto navegaba hacia el norte, hasta que a través de él verificase que la Estrella Polar alcanzaba —en una de sus culminaciones— la misma altura en la que se sabía era vista en el puerto de su destino, en el mismo pasaje del meridiano local del astro. La travesía del golfo se hacía, en el caso del ejemplo escogido, de tal modo que la navegagción, si no se apartaba de un paralelo, o sea, de una ruta en que la altura de la estrella,

[11] G. Ferrand, *Introduction à l'Astronomie Nautique Arabe*, vol. III, París, 1928; A. Teixeira da Mota, *Méthodes de Navigation et Cartographie Nautique dans l'Océan Indien avant de XVIe siècle*, Lisboa, 1963; G. R. Tibbetts, «The Navigational Theory of the Arabs on the Fifteenth and Sisteenth Centuries», en la *Revista de la Universidad de Coimbra*, vol. XXIV (1971, pp. 323-341. Sin embargo, en mi opinión, la náutica del océano Índico en este tiempo aún hoy no está estudiada satisfactoriamente, sobre todo por lo que se refiere a los rumbos, en gran parte bastante mal conocidos.

siempre en la misma culminación, fuese alcanzada, valor por cierto registrado en las listas de los pilotos.

Es una solución que dos textos portugueses testimonian: un planisferio, que es el dicho de Cantino diseñado en 1502[12], y el *Libro de Marinería* de André Pires[13]. Se le puede llamar una navegación de «altura constante», que probablemente algunas veces se practicó en los viajes de las Azores hacia el continente europeo, y que Eva Taylor afirmó que había sido también la solución adoptada por Cristóbal Colón en sus travesías del Atlántico.[14]

En cuanto a la técnica de navegación que se habrá practicado en el Atlántico cuando los navíos henriquinos llegaron a la costa de Guinea, pasó por diversas fases. No hoy a detenerme en una propuesta de Laguarda Trias, que admitió hace años una primitiva fase de esa evolución, designada por él como «pre-astronómica»; se habría iniciado aún en el siglo XIV. Para el erudito historiador uruguayo por «este método (...) se recurrió a alturas de la Polar, sensiblemente iguales a la altura del polo o latitud (aún es bueno no olvidarse que la diferencia podía ir hasta 3° 30'); pero, debido a que las cartas náuticas no tenían graduaciones de latitudes, se utilizaron (...) unidades convencionales (la altura de una lanza, o la altura de un hombre, por ejemplo), que (...) permitirían fijar en la carta la localización de los puntos geográficos o del navío»[15]. No me parece que tal hipótesis esté debidamente fundamentada, por eso no profundizaré en ella, como dije; mas voy a tomarla en consideración al enumerar las fases que el arte de navegar muy probablemente atravesó.

A mi modo de ver, los pasos dados para llegar a la navegación astronómica definitiva (o sea, a la solución de obtener a bordo la latitud del navío en el momento de la observación) fueron las siguientes:

1. Es posible que en la primera mitad del siglo, lo más seguro antes de 1460, los marineros, interesados por la observación del cielo, comenzasen naturalmente a verificar que la altura de la Estrella Polar disminuía, a medida

[12] L. de Albuquerque y J. Lopes Tavares, *Algumas Observações sobre o Planisfério de «Cantino» (1502)*, Coimbra, 1967.

[13] L. de Albuquerque, *O Livro de Marinharia de André Pires*, Coimbra, 1963.

[14] E. Taylor, «The Navigating Manual of Columbus», en *Bolletino Civico Istituto Italiano*, 1953, pp. 32-45.

[15] R. Laguarda Trias, «Interpretación de los Vestigios del Uso de un Método de Navegación Preastronómica en el Atlántico», en la *Revista de la Universidad de Coimbra*, vol. XXIV, 1970, pp. 569-592.

que navegaban por el sur. Es también muy posible que algunos marineros supiesen de la existencia de ese hecho, pues se encuentra referido en libros medievales de cosmografía (y más adelante trataremos de uno de ellos, por cierto el más divulgado en Portugal durante los siglos XV y XVI). Todavía nada indica que anteriormente al paso del cabo Bojador, algún navegante se hubiese propuesto aprovecharse de eso, o siquiera dejado una indicación referente a ese fenómeno aparente.

Es ésta la fase a la que Laguarda Trias llama de preastronómica, pero apenas da como ejemplos dos navegantes, Cadamosto y Pedro de Sintra, que ciertamente la practicaron. Volveremos al asunto más adelante, pero a pesar de ser posible que otros pilotos y marineros hayan usado tal procedimiento, es cierto que cuando Pedro de Sintra y el mismo Cadamosto hicieron sus viajes, probablemente la náutica se encontraba bastante más avanzada, o sea, situada en un paso del nivel que tales recursos presuponen; lo que no quiere decir (aunque no considero eso muy probable) que uno y otro fuesen a echar mano de medios que debían encontrarse absolutamente desfasados.

2. Además, con este tan discutible y justamente discutido paso, —sobre todo porque implica un procedimiento tan primitivo que me parece difícilmente aceptable para la época—, si los pilotos algunas veces procedieron de este modo, dieron de inmediato en sus navegaciones un salto técnico cualitativo de importancia decisiva: en efecto, habrían comenzado súbitamente a tener una idea del lugar costero alcanzado, o del punto que en alta mar se encontraban (por tanto, fuera de la vista de tierra, de la que difícilmente podrían aproximarse en esas condiciones), a través de la comparación de la altura meridiana de la Estrella Polar, obtenida en el puerto en el que se hallaban entonces, con la altura que a la misma estrella se sabía que era tomada, en condiciones en todo semejantes, en el lugar a que se refería el viaje. La comprobación de la práctica de esta nueva técnica, en absoluto innovadora en el arte del pilotaje, se encuentra en dos textos: el primero, donde su exposición no es muy clara, es la narrativa que Diogo Gomes hizo a Martim Behaim[16]; el otro, y esta vez con toda claridad, está en un texto bastante antiguo para la época en que fue impreso, pues se incluye en el final de la edición de 1563 del *Reportório dos Tem-*

[16] «De primae inventione Guinae», en el *Manuscrito de Valentim Fernandes*, p. 200, Lisboa, 1940.

pos, libro que fue traducido y publicado por Valentim Fernandes en 1518, varias veces reimpreso después del fallecimiento de su traductor y primer editor. No se sabe cuál es el motivo por el que el responsable de esta nueva edición del *Reportório* tenía incluido en él ese conjunto de explicaciones que informaban de una técnica de navegar seguramente olvidada desde hacía mucho, pero con tal decisión, aparentemente inexplicable, vino a prestar una gran ayuda a los que hoy pretenden rehacer la historia de la evolución de la náutica en esos siglos[17].

3. Habiéndose verificado que, en muchas noches, no era posible observar la altura de la Estrella Polar en uno de sus tránsitos meridianos, pasó no sólo a recurrise a la observación del paso análogo de otras estrellas fácilmente identificables (a pesar de haber escrito Pedro Nunes que los pilotos conocían muy pocas estrellas), o comparar alternativamente alturas de la Polar tomadas en más de seis determinadas posiciones por ella alcanzadas, en su movimiento diurno visible alrededor del Polo Norte de la esfera celeste.

Notar en todas estas fases que la Estrella Polar viene siempre referida presupone naturalmente que era visible; todas ellas tuvieron lugar, por consecuencia, antes de que los pilotos llevasen sus carabelas u otras embarcaciones muy hacia el sur, o sea, hasta el límite en el cual la estrella se mantenía encima del horizonte en un arco de algunos grados para que la observación fuese posible. En otras palabras: si tuviéramos en cuenta la cronología de los viajes portugueses del siglo XV, se concluye que las tres primeras fases en la evolución de la navegación astronómica hasta ahora indicadas sólo podían ser de utilidad en cuanto los navegantes pudiesen ver la estrella, lo que de cierto dejó en algunos casos de verificarse por el año 1460; o sea, que a la vuelta de este año, se procuró dar al problema otra solución alternativa. Según esto, aconteció efectivamente lo que sigue:

4. La comparación de alturas de estrellas, incluyendo la Polar, tomadas en las mismas condiciones en dos lugares (en general, en el tránsito meridiano), mostraba que la diferencia de esas alturas era igual a la diferencia de las latitudes de los respectivos lugares de observación; más que eso: en el texto publicado en la edición de 1563 del *Reportório dos Tempos*, arriba referido, se verifica que, mediante ciertas precauciones, también se podían

[17] V. Fernandes, *Reportório dos Tempos*, Lisboa, 1563, reproducción facsímil de Joaquim Bensaúde, p. 142, Génova, s. f.

comparar alturas meridianas del sur; precauciones que reclamaban la previa elaboración de una tabla o «pauta» con las tres alturas merididanas de este último astro de tres en tres días, en un lugar concreto y para el período de un año, «pautas» que se pueden encontrar en los *Almanaques Portugueses de Madrid*[18], pero de cierto sin que al elaborarlas se pensase siquiera en su posible uso náutico, iniciado sensiblemente un siglo más tarde. Este hecho muestra por tanto que cuando la observación de la Polar se tornó difícil, para luego llegar a ser imposible, se podía solucionar el problema por el recurso de otras estrellas y el Sol; esta última fue de gran importancia para la evolución náutica.

5. La última fase de esta evolución es la del paso definitivo a la determinación de latitudes en cada día de un viaje. En consecuencia, la fijación definitiva de una verdadera técnica de navegar estronómica, en que la fijación del punto de la carta náutica pasó a ser hecha con más rigor, porque está basada en un dato supuestamente sin errores, o sea, coordenada geográfica. La nueva manera de marcar el punto, a que se llamó «punto de escuadra», implicaba que en la carta náutica se introdujese una escala de latitudes, como además sería hecho en el inicio del siglo XVI. Eso levantó varios problemas relacionados con la cartografía usual, pues, como sabemos, las cartas no habían sido elaboradas teniendo en cuenta cualquier coordenada, y no la podían «recibir» sin que se alterasen las reglas que presidían su elaboración, y sabemos que eso sólo fue hecho tardíamente.

Es conveniente advertir que, a pesar de que la determinación de la latitud a bordo de los navíos representara un gran progreso, la «marcación del punto» continuaba incierta, pues dependía de la distancia estimada que se había navegado, y ese valor pocas veces sería el exacto. Los navegantes, o por lo menos aquéllos que entre ellos tenían mejor formación, sabían bien que les faltaba un medio para obtener diariamente la otra coordenada geográfica, la longitud; sabían que debía ser obtenida simultáneamente con la latitud, y que tenían que disponer de una carta náutica graduada en esas coordenadas geográficas para que la navegación alcanzase la perfección; sólo que no fue posible encontrar el medio de determinar de modo expeditivo, por entonces, aquella segunda coordenada terrestre. La invención del cronómetro, que resolvió el problema definitivamente sólo tuvo lugar en el siglo

[18] L. de Albuquerque, *Os Almanaques Portugueses de Madrid,* pp. 48 y 53, Coimbra, 1961.

XVIII. Mas los cosmógrafos, los pilotos y otros hombres que cultivaban la astronomía, no se ahorraron esfuerzos en el sentido de vencer la dificultad, proponiendo siempre soluciones impracticables, cuando no mismamente extravagantes; y ni a tal tentación se escaparán grandes nombres, como fue el caso de Galileo, que propuso para tal fin la observación de la hora de ocultación por el planeta de los satélites entonces conocidos de Júpiter[19], sin tener en cuenta que el problema de la conservación del tiempo del meridiano de referencia se colocaba para ese proceso —como para cualquier otro de origen astronómico— agravado en este caso por la dificultad de que se observaran las ocultaciones y de ser difícil la distinción entre los diversos satélites, sólo visibles a través de un «canóculo», como entonces se le llamaba aún al telescopio astronómico.

También Pedro Nunes habría hecho una carta patrón con meridianos y paralelos, como sabemos por Lopo Homem, pues para el trazado de los meridianos (aunque sólo lo hubiera hecho aproximadamente) el cosmógrafo explica haber considerado que la carta sólo podía haber sido diseñada después de ser observados «eclipses del Sol y de la Luna», como además dice[20], que endosa la responsabilidad de ese trazado a Nunes, conclúyese luego en la carta, de *ca.* 1560, en que habla de tal patrón; mas su opinión sobre ella es absolutamente negativa, llegando a afirmar que «todas las cartas», que por el «patrón» «después se hicieron y se hacen en el almacén son muy desvariadas de toda la verdad y ciencia de navegar».

No nos hacemos la mínima idea de cómo sería ese prototipo, mas no ofrece duda que el cosmógrafo mayor del reino de Portugal pretendía obligar a los pilotos a que determinaran a bordo latitud y longitud, sin saberse exactamente cómo podían ser medida esta última. Aquel cartógrafo se manifestó abiertamente contra el patrón, lo acusa de ser responsable de algunos naufragios (o, como dice, «malos recados»).

Dejemos aparte estas reflexiones un tanto al margen de nuestra exposición, y detengámonos en tejer algunas consideraciones sobre las varias fases por las cuales, en el siglo XV, pasó la evolución del arte náutico, antes referidas, procurando situarlas en el tiempo.

[19] El caso está extensamente tratado por F. Marguet, *Histoire Géneral de la Navigation du XVe au XXe siècles*, París, 1931.

[20] La carta de Lopo Homenm, conservada en la Biblioteca Nacional de París, está en Ms. Colbert, fue publicada por Luís de Matos, *Les Portugais en France au XVIe siècle*, pp. 318-322, Coimbra, 1952.

Se puede dar una idea basta clara de cómo eran diferentes las circunstancias que rodeaban a las navegaciones en el Mediterráneo (y fue para este mar interior para el que se creará el arte náutico definido en el capítulo anterior) y en el Atlántico; por tanto, ciertamente bastará no olvidar que, en cuanto en el primer mar las diferencias de latitudes en los viajes más largos no excederían 6°, en el regreso de la costa de Guinea, o del golfo de Guinea a Lisboa, las carabelas y otros navíos recorrerían rumbos entre lugares con diferencias que iban hasta 25°, e incluso hasta 30° de aquella coordenada geográfica.

Por otro lado, como además apunté —y eso es aún más importante—, el retorno de los viajes a lo largo de la costa africana difícilmente podía ser llevado a término a través de una navegación costera, a menos que el navegante se resignase a la enorme pérdida de tiempo. En verdad, vientos y corrientes llevaron a los marineros a reconocer que el regreso era más bien rápido, y tal vez se tornase posible sólo algunas veces, cuando los navíos fuesen conducidos por rutas que bordeasen aquellos agentes físicos que se oponían a una vía directa. De este modo, en cuanto en el Mediterráneo la navegación se podía hacer de una manera general, prácticamente a la vista de puntos de referencia fácilmente reconocibles, en el Atlántico todo viaje se hacía manteniéndose los navegantes, a veces, más de dos meses sin tierra a la vista, salvo los casos en que se pasaba al alcance de alguna o algunas islas de las Azores, pero después de navegar muchas semanas en el «golfón del mar», como antes se decía.

Esta explicación para el modo de navegar por el Atlántico entre la Mina o la Guinea y el continente europeo, ruta que recibió el nombre de «vuelta de la Mina» o de «vuelta de la Guinea», fue expuesta y sustentada por el almirante Gago Coutinho [21], que además emprendió varios viajes atlánticos en veleros, para atestar también los instrumentos que los marineros usaron al final del siglo XV y en el siglo XVI (en especial el astrolabio); se puede decir que existe hoy unanimidad entre los historiadores de la nátuica, en cuanto a la práctica, por así decir obligatoria, de la maniobra que Gago Coutinho puso en evidencia. De la diferencia, los mismos condicionamientos derivados de aquellos agentes físicos (vientos y corrientes) determinaron de igual manera una ruta también en arco, de bastante precisión, cuando desde el Ecuador se pretendía al-

[21] Gago Coutinho, *A Náutica dos Descobrimentos*, vol. I, pp. 85 y ss., Lisboa, 1951.

canzar el cabo de Buena Esperanza; en este caso, aquellos agentes físicos habrán sido reconocidos en viajes especialmente enviados de Lisboa para ese fin, y tal vez en alguno de ellos haya estado enrolado un tal Duarte Pacheco Pereira y Bartolomeu Dias. En el caso del Atlántico Norte, la solución fue encontrada a costa de sucesivos y ocasionales viajes. Sólo por ellos se pidieron reconocer lentamente vientos y corrientes, llegando al conocimento de cómo ellos dominaban un rumbo y se mantenían en dichas direcciones. Después hubo que ensayar la solución de la ruta por el largo, que se verificó satisfactoriamente y tuvo una aceptación general. Quiere decir que en este segundo caso el descubrimiento de la ruta más viable es consecuencia de datos hace poco reunidos, pero sí con intención expresa, por lo menos en el inicio, de encontrarlos; en cuanto que para el Atlántico Sur partirían marineros hábiles con el objetivo bien determinado de descubrir sus secretos. Son situaciones bien diferenciadas, reflejando una alteración de posicionamiento mental de los navegantes en relación al mar.

Hay algunas indicaciones de Azurara sobre la práctica del recurso referido en el Atlántico Norte. El cronista parece referirse a dos viajes (una de las veces, por lo menos, sin una mínima duda) que denuncian la práctica de la «vuelta de Guinea» [22]. También en una carta náutica de Andrea Bianco de 1446 está señalado el llamado «mar de Baya», o sea, el «mar del Sargazo», lo que significa que, para él haber sido reconocido, ya antes de aquel año se navegaba por la «sima» del mar; pero ciertamente tales viajes estaban aún en un período experimental, pues el acceso a las Azores sólo se habría vuelto más fácil con esta técnica de navegar, a partir del final de aquel lapsus de tiempo. Recordé arriba que sólo en 1439 se buscó hacer la ocupación del archipiélago, a pesar de que había sido descubierto 12 años antes [23], y también recordé que Diogo Gomes dice en su narrativa que estando en Madeira, y queriendo venir a Portugal con tiempo contrario, hizo el camino por el archipiélago de

[22] Me refiero al regreso de la carabela de Nuno Tristão, después de morir él con casi toda la tripulación. De los pocos supervivientes apenas un joven, Aires Tinoco, sabía alguna cosa de marinería, y fue él quien orientó el viaje de regreso navegando por el largo. El viaje fue descrito por Azurara, *Crónica dos Feitos da Guiné*, ed. Dias Dinis, vol. I, pp. 377-378, Lisboa, 1945.

[23] El documento fue transcrito por Dias Dinis en *Monumenta Henrecina,* vol. VI, p. 334, Coimbra, 1964.

las Azores [24]. La afirmación es tardía, pero también categórica. La maniobra que se utilizaría entonces en la rutina de los pilotos se debe haber iniciado y comenzado a afirmar entre 1435 y 1440.

De ahí a reconocerse que la astronomía podía proveer a los pilotos de indiciaciones precisas para tener una idea aproximada de la posición ocupada cada día por el navío que ellos tripulaban pasarán de hecho algunos años.

En verdad que la variación de la altura de la Estrella Polar o de cualquier estrella fija del firmamento con la latitud, era un hecho bien conocido en la Edad Media; y en algunos casos, hasta avalado cuantitativamente. Así, ocurre, por ejemplo, en el *Tratado da Esfera*, de João de Sacrobosco (John of Hollywood), donde es explica cómo medir una extensión del arco de 1° de meridiano terrestre del modo siguiente: «Tomen un astrolabio, en noche clara y estrellada, y observar el polo ártico por los perforados del medidor y del reglado del astrolabio (esto es: la Estrella Polar), y vean cuántos grados tiene de altura; después procedan derecho al Polo Ártico, hasta que lo vean un grado más alto; muevan el espacio de la tierra que existe entre ambas alturas, y hallaréis setecientos estadios, los cuales multiplicados por trescientos sesenta grados (...) darán el ámbito de la circunferencia de la Tierra (...)» [25]. Anótese que Sacrobosco, como se infiere del texto, cometía el error de suponer que la Estrella Polar se contraban exactamente en el Polo Norte de la esfera celeste.

Mientras tanto, los dos primeros registros de la altura de esa estrella en textos relacionados con los viajes de descubrimientos son ocasionales y ninguno de ellos implica el uso de cualquier instrumento de observación, por tosco que fuese. Ambos aparecen en la narrativa de Luis Cadamosto, haciendo una referencia a la experiencia personal del navegante, que en 1456 avaló la altura de la Estrella Polar en «una lanza» [26], y el otro atribuido a Pedro de Sintra, que en 1462 habría observado la misma estrella a la altura de un «hombre» [27]. Sin embargo, las dos indicaciones,

[24] Cita en la n.° 6 del presente capítulo.

[25] L. de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munich e de Évora*, p. 161, Lisboa, 1965.

[26] El texto puede ser leído en Silva Marques, texto italiano y trad. port., en *Descobrimentos Portugueses*, suplemento al vol. I, p. 280, Lisboa, 1944; el texto italiano puede ser visto en la edición de Rinaldo Caddeo, *Le Navigazione Atlantiche*, p. 257, Milán, 1928.

[27] Ed. de Rinaldo Caddeo, *cit.* en la nota anterior, p. 289.

que se encontraron en un relato (del cual la copia más antigua conocida es tardía en relación a los acontecimientos), se refieren a un modo de proceder que estaba muy probablemente basado en los momentos referidos de las anotaciones y merecen ciertamente atención. Laguarda Trias, que los puso a discusión de los interesados en la obra arriba citada, los estudió con bastante cuidado, comparándolos con otras alusiones de modo semejante al referirse a las alturas estelares, en especial un pasaje de Marco Polo. Puede así concluirse que la «lanza» y el «hombre» fueron unidades primitivas usadas en la medida de las alturas astronómicas y que la primera, o sea, la «lanza» tendría un valor aproximado de 9° 32'; en cuanto a la altura del «hombre» valdría sensiblemente la mitad de la «lanza», o sea, 4° 46'.

El uso de tales unidades nos parece un poco extravagante; si efectivamente fueron usadas expresiones que en el relato se encuentran por otros autores, ese hecho habrá sido ciertamente esporádico. Asistí a la presentación de este trabajo de Laguarda Trias en una reunión internacional en la que participamos, en 1968, y él mismo reconoció que posteriormente a la fecha de registro (Cadamosto escribió la relación después de volver a Italia, hacia 1463) sólo encontró una referencia a la «lanza» como altura, en el curso del siglo XVI; y Max Justo Guedes me indicó otra utilización de la misma «unidad» en textos de finales de ese mismo siglo XVI por no estar en modo alguno informado de la técnica de navegar de su tiempo.

Tales referencias son, como se vio, rarísimas; fueron siempre esporádicas y deben ser consideradas como un simple medio de dar una idea aproximada y tosca de una altura. No creo que, en rigor, se pueda decir que «lanza» u «hombre» hayan sido alguna vez unidades en el verdadero sentido de la palabra. A mi modo de ver, nunca habrían pasado de ser un modo indirecto y ocasional, para que, a través del valor de una extensión, poder indicar el de un arco. Y a pesar de las anotaciones, revelar que los navegantes tomaban en consideración alturas de la Estrella Polar, pero no podía ser cierto que por esa vía tan rudimentaria el arte de navegar progresara, como de hecho se demostró.

Capítulo III

LA APARICIÓN DE LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA

LA NAVEGACIÓN POR ALTURAS-DISTANCIAS. LA NAVEGACIÓN CON RECURSOS A LATITUDES, DEDUCIDAS DE LA OBSERVACIÓN DE LA ESTRELLA POLAR Y OTRAS ESTRELLAS

Paso ahora al camino que llevó directamente a una auténtica navegación astronómica. En el capítulo anterior escribí que las primeras observaciones de descubrimientos consistirán en determinados lugares de la altura de la Estrella Pollar en uno de sus tránsitos meridianos (y pienso que fuese preferido el superior), que después se comparaban entre sí. Eso dio lugar a lo que he llamado el proceso de alturasdistancias, o sea, el primer paso dado, y esta vez decisivo, en el sentido de pasarse de un arte a una verdadera técnica en la actividad del pilotaje.

Véase ahora, más de cerca, en qué consistía este proceso[1]. Admítase que un navío partía del punto *A* (Figura 2), y que navegaba por un rumbo constante, el arco *AB* (más podía haber alcanzado *B* por sucesivas bordadas), hasta alcanzar el punto *B*. El problema que en la práctica se planteaba era el del regreso de *B* a *A*, en virtud de tenerse que contornear vientos y corrientes contrarios que se oponían a la ruta directa, por tanto según el mismo arco o bordeando más en sentido inverso, o sea, de *B* hacia *A*. Para el mismo viaje de retorno podía alternativamente navegarse de *B* hacia *X* según un meridiano (y en el caso de la figura de sur para norte), y después de poner el rumbo de *X* hasta

[1] A. Barbosa, *Novos Subsídios para a História da Ciência Náutica Portuguesa*, p. 124, Oporto, 1984[2].

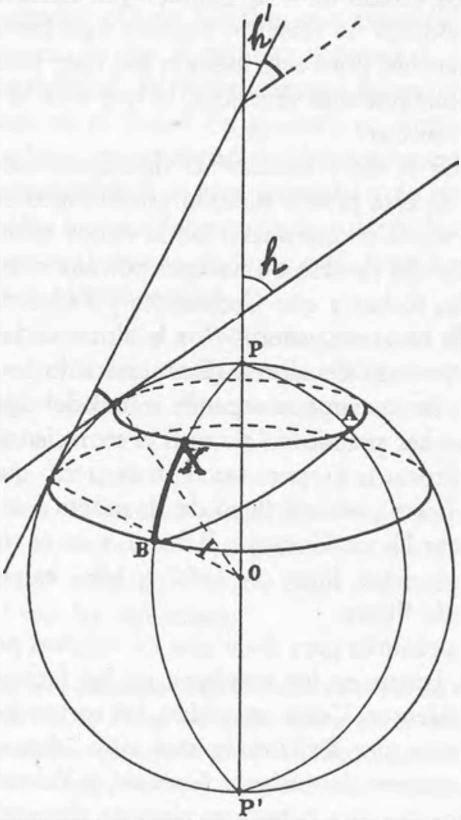
A según el paralelo de *X* y de *A*. El problema se reducía al saber cuantas leguas sobre el meridiano debían ser navegadas, es decir, la extensión del arco *BX*; seguida, de este punto hasta *A* se navegaba por «iguales alturas», de modo análogo a aquel que los navíos del océano Índico adoptaron para atravesar los golfos de Camboya y de Bengala, como antes dije.

Nos encontramos, por consiguiente, reducidos al problema del cálculo del arco del meridiano *BX*. Ahora, si la Estrella Polar fuese observada en uno de los tránsitos meridianos, o en una posición bien definida en el círculo que diariamente describía en apariencia en torno al polo, la altura medida a la estrella sería la misma en cualquier punto de cualquier paralelo. Para facilitar el diseño, se supone que la estrella se encontraba en el polo, tal como hizo Sacrobosco; eso no era correcto, pero tal hipótesis en nada altera la exposición. Estas condiciones, la altura de la estrella en *A* o en cualquier punto del paralelo de *A*, como por ejemplo *X* tendría el valor *h*; supóngase que la altura en *B*, en las circunstancias consideradas es inferior a la observada en *A*, sería *h'* (con *h'(h)*. En este caso el ángulo *BOX*, o el arco *BX*, tendría el valor $h - h'$, y con ese tiempo, la extensión de 1° de meridiano terrestre era apreciado en $16\,^2/_3$ leguas [2], la extensión al navegar de *B* para *X*, sobre el meridiano, sería indicada en leguas por el producto $(h - h') \times 16\,^2/_3$.

Y claro que el problema está en este ejemplo bastante simplificado, pues se admite que la primera parte del retorno *BX* se podía hacer recorriendo siempre un meridiano, y es claro que no era, en general, así. En muchos casos los vientos, a propósito de forma, obligaban al navío a bolinear, y por sucesivos bordos conseguir relativamente el rumbo directo; ya anteriormente se analizó una situación de éstas, que podía ser resuelta recurriendo a la «toleta de marteloio»; todavía, cuando se pasó a obtener latitudes a bordo, la «toleta» fue con ventaja sustituida por el «régimen de las aguas», del cual he de ocuparme en el momento oportuno.

Por otro lado, conviene advertir que el módulo de $16\,^2/_3$ leguas por 1° de meridiano estaba bastante errado por defecto; por lo menos desde el inicio del siglo XVI pasó a ser preferido el valor $17\,^1/_2$ leguas por gra-

[2] A. Teixeira da Mota, «Bartolomeu Dias y el Valor del Grado Terrestre» en *Actas del Congreso Internacional de la Historia de los Descubrimientos,* vol. II, pp. 299-303, Lisboa, 1960.



do; sin embargo, esa alteración no tuvo aceptación general (por ejemplo, en 1535 aún Francisco Faleiro adoptada en un libro suyo los dos módulos)[3]; las 17 1/2 leguas constituían aún una estima por defecto, y Duarte Pacheco Pereira llegó a proponer un módulo de 18 leguas, que no fue adoptado por cualquier otro navegante —que se sepa— durante

[3] *Tratado del Arte de Marear,* Sevilla, 1535.

el siglo XVI, a pesar de ser de todos el más próximo del valor exacto, pues apenas estaba errado un 4 %, también por defecto. Todavía estas alteraciones de módulos no tuvieron ninguna interferencia en el método de alturas-distancias, pues este método fue hace mucho abandonado por otros procedimientos más prácticos, lo que vino al final a dar lugar a lo que se va a mostrar.

¿En qué fecha se debe localizar el descubrimiento y, después, el uso generalizado de este primer método astronómico en la marina portuguesa? Si tuviéramos en consideración la época probable del inicio y de la consolidación del recurso de navegar por alta mar, y si tuviéramos una relación de las fechas a que Cadamosto y Pedro de Sintra se referirán (de un modo bastante primitivo), a la altura de la Polar, debemos presumir que el proceso de alturas-distancias sólo ha entrado en uso corriente después de iniciarse la segunda mitad del siglo XV. Es verdad que podía llegar a ser practicado y tanto el veneciano como Sintra no tuvieron conocimiento de él, pero también es cierto que la más antigua información que hasta nosotros llegó de su práctica se encuentra en la narración hecha por Diogo Gomes a Behaim, y en el trecho que admite referir actos que tuvieron lugar *ca.* 1462; y 1462 es el año de la navegación de Pedro de Sintra.

Se abre un paréntesis para decir que en muchos pasajes de este relato hay diversos lapsus en los nombres, en las fechas y hasta en alusiones a acontecimientos. Como es sabido, los recuerdos de Gomes fueron escritos en latín por Behaim (y mal latín, dígase); este moravio tituló el texto *De primae Inventionae Guineae*, y Valentim Fernandes lo copió algunos años después para una colección de textos sobre los descubrimientos que más tarde fue a parar a Alemania a la biblioteca del insaciable coleccionista Konrad Peutinger. Se admite que habría sido preparado para servir a este avariento humanista de preciosidades, mas estudios recientes de Artur Anselmo parecen llevarnos a concluir que el códice fue a parar a su mano después de la muerte de Valentim Fernandes y por venta de sus herederos. Con poco provecho para Peutinger, al final, con excepción de esa narración. Los restantes textos reunidos están escritos en lengua portuguesa, que aquel humanista, se supone ahora, ¡no conocía! El códice es hoy conocido por *Manuscrito de Valentim Fernandes*, habiendo sido impreso en 1940 por iniciativa de la Academia Portuguesa de la Historia. (Se prepara ahora su reimpresión por la Academia de la Historia).

Por tanto, es incierto el origen de los lapsus que se encuentran en la narrativa. ¿Habrían sido de la responsabilidad de Gomes, marinero viejo y desmemoriado? ¿O de Behaim, que entendió algunas veces en un sentido incorrecto lo que le estaban contando?. ¿Y no serían de la exclusiva responsabilidad del árabe algunas pocas referencias eruditas que se encuentran en el texto? En general, se acepta que Martim Behaim retocó el relato, introduciéndole observaciones y comentarios de su exclusiva responsabilidad; es una sospecha y no una certeza, porque el nada fácil estudio interno del texto aún está por hacer, y no se puede prever que alguien en breve se dedique a él, pues hay que trabajar sobre el latín y sobre el manuscrito.

Se cierra el paréntesis, y se advierte que nada de lo que en él se registró tiene que ver con el pasaje que nos interesa por ahora, por una razón muy simple: lo que en él se transmite se encuentra confirmado por un pasaje de otra obra, de índole bastante diferente, del que me ocuparé enseguida. Es cierto que subsisten dudas en cuanto a la redacción latina, mas eso no invalida el significado de aquel período del relato del antiguo carabelista del Atlántico. Las afirmaciones atribuidas por Martim Behaim a Diogo Gomes, en la traducción propuesta por Guy Beaujouan [4] son las siguientes:

> Y yo tenía un cuadrante cuando fue a estas partes (de la costa de Guinea), y escribí la altura del polo ártico en la tabla del cuadrante, y hallé este mejor que en la carta. Es cierto que en las cartas se ve la ruta de la navegación, mas, si alguna vez erramos, nunca más volveremos al destino previamente fijado.

Añádase que Beaujouan vaciló en la interpretación que debía ser dada a la expresión «tabla de cuadrante»; a su entender, esas palabras tanto podían significar el material con el que fuera construido aquel instrumento de alturas como una alusión a una tabla astronómica del Sol, semejante a las que andaban a veces reproducidas en efemérides y almanaques. Varios autores se inclinaron por la primera alternativa, concretamente Antonio Barbosa, Eva Taylor y Teixeira da Mota. Estoy de

[4] «Science Livresque et Arte Nautique du XVe siècle», estudio presentado en el VII Coloquio Internacional de la Historia Marítima, Lisboa, 1960.

acuerdo con esta opinión común de los tres historiadores, pues ella se confirma con el otro texto sobre el mismo asunto reproducido en el *Repertório dos Tempos*, como enseguida se verá.

Ahora la primera información a subrayar que el pasaje nos da es la de que Diogo Gomes utilizaba, *ca.* 1462, un cuadrante a bordo para la determinación de la altura del polo. Es después cuando también disponía de una carta náutica (como además sería de esperar). No menos importante es lo hecho por Diogo Gomes, y lo mismo harían, seguramente, muchos pilotos de su tiempo: haber escrito el nombre del lugar en que se encontraban en la tabla del cuadrante, en correspondencia al lugar de la graduación en el que el plomo pasaba, en el momento de apuntar a la estrella, por la escala periférica del cuadrante. Procediendo siempre que fuera posible de este modo, podían —en cualquier punto del viaje— (tomando en él la altura de la Estrella Polar y admitiendo que todas las alturas fueran medidas en las mismas condiciones, o sea, cuando la estrella se situase en el mismo punto del círculo aparente por ella descrito, todos los días en torno al polo), saber a qué distancia —contada sobre el meridiano terrestre local—, se encontraba el navío del paralelo de cualquiera de los lugares cuyos nombres estaban escritos en el cuadrante.

Diogo Gomes afirma aún que halló «éste» (concretamente el cuadrante) mejor que «el de la carta»; la observación parece indicar que Gomes ya se daba cuenta de los desaciertos existentes entre una carta diseñada por estimación y rumbos magnéticos y una náutica orientada por observaciones astronómicas. Volveré al tema más adelante.

Paso ahora a las instrucciones sobre el mismo asunto, complementarias de las que se leen en la declaración de Diogo Gomes, que se encuentran reproducidas en las hojas finales de la edición de 1563 del *Repertório dos Tempos.* El texto es ya del siglo XVI, y el método de navegar descrito en ellas era con certeza la memoria de un pasado relativamente lejano, porque apenas había en esos tiempos otros medios de proceder con mejores resultados. Aunque no ofrece ninguna duda en cuanto a su datación del siglo XVI, porque el desconocido autor del pasaje alude al Brasil siendo la «tierra que descubrió Pedro Alvares Cabral». Esto parece indicar, por tanto, que esas páginas habrían sido escritas en los primeros años de siglo, en fecha anterior a la designación de Tierra de

Santa Cruz, que se dio al descubrimiento de Cabral, antes del nombre consagrado de Brasil. Por tanto, está fuera de dudas que el texto se refiere a una práctica anticuada en Portugal, porque utiliza un módulo de 16 $^2/_3$ leguas por grado de meridiano, cuando entre los pilotos portugueses ya prevalecía un «mejor» módulo de 17 $^1/_2$ leguas, que está indicado en el planisferio llamado de Cantino. El primer módulo sobrevivió más tiempo entre los navegantes españoles, como antes se dijo, y eso explica que, en 1535, Francisco Faleiro aún usase los dos en su libro, puesto en circulación este año, como también antes quedó dicho.

Sobre el título «De cómo se ha de navegar por el cuadrante», el procedimiento está descrito en estas palabras iniciales: «(...) partiendo alguien de Lisboa paramentes (esto es: repare, anote) donde le cae la plomada (hilo de plomo) del cuadrante, a saber, en que grado, y pone allí una señal sobre el cuadrante, en tal tiempo que las estrellas de la guarda (de la constelación Osa Menor, o sea, la α y la γ *Ursae minoris*) están este-oeste con la Estrella del Norte. Y después de un día o dos o más, cuando quisiérais saber en el mar cuando vuestro navío está diferenciado de Lisboa, verán a cuantos grados os cae entonces el plomo, o de un cabo (esto es: lado) o del otro de vuestro primer punto. Si estáis un grado norte-sur serán 16 leguas y dos millas de Lisboa; si dos grados, serán 32 leguas y cuatro millas; (...)» [5].

Hemos de notar, en primer lugar, que la referencia de este enunciado es siempre Lisboa, y que se marcaba el lugar de la escala por donde pasaba el hilo de plomo cuando se hacía en esta ciudad que apuntaría a la estrella. Por otro lado, y de acuerdo con lo que antes se dice, las miradas al astro eran siempre hechas cuando ocupaba cierto lugar en su círculo diurno aparente, aquí definido por la posición de las estrellas de la Osa Menor, lo que se volvió corriente en los registros alusivos a la Estrella Polar en el inicio del siglo XVI. Y por último, debo llamar la atención al hecho de la conversión de leguas en millas. El texto adopta la equivalencia de tres millas por legua, lo que no es muy corriente; en textos portugueses, y justamente en el único en que se verifica, lo habitual es tomar cuatro millas por legua. Morais y Sousa recordó, y tal vez tuviese razón, que la equivalencia se refería al caso de

[5] V. Fernandes, *Reportório dos Tempos*, ed. facsimilar de Joaquín Bensaúde, p. 141. Génova, s. f.

que la legua fuese aquí la terrestre[6]. Transmito esta información dubitativamente porque Salvador García Franco encontró otras referencias, sin embargo raras, a leguas supuestamente marítimas de tres millas[7].

A continuación del texto se verifica que el proceso era, dado como aplicable con cualquier estrella conocida:

> Sabrás que cualquier estrella que conocieses en el cielo, de noche, guarda el tiempo hasta que tal estrella, para vuestro compás (en el texto este compás; quiere decir: brújula) cae derecha para el rumbo del sur. Tomáis o marcáis entonces la altura de ella en el cuadrante, al tiempo de vuestra partida (de cierto Lisboa). Y si vos hallaréis diferencia de algunos grados, de una parte o de otra, de allí a dos o tres noches, o cuando quisiéseis, tanto se apartó o llegó el navío de la estrella, y tanto camino recorrió (...)8. [8]

Este pasaje también suguiere algunos comentarios. Por un lado, se verifica que la estrella a observar culminaría al sur del primer lugar de la observación, que admitimos muy probablemente fuera Lisboa. El texto no habla de culminación, sino refiere que ella sería observada en la línea norte-sur, definida por la brújula. Esto muestra, por otro lado, que se trataba del paso por el meridiano magnético y no por el meridiano geográfico, que para Lisboa en ese tiempo no coincide (en la probable fecha de la redacción del texto, la aguja nordesteaba en esta ciudad). En fin, la parte final de las instrucciones sólo se comprenderá si se pusiera atención a lo que antes quedó escrito sobre la Estrella Polar.

A esta explicación, el anónimo autor del texto acredita dos ejemplos, donde se muestra de sobra que el punto de referencia podía ser cualquier otro lugar en vez de Lisboa. En efecto, en el primer ejemplo se supone que el piloto, al partir de una de las islas de las Azores no identificada, midió 40° de altura hasta «una de las siete estrellas», observándola en el «rumbo del sur» (hecho, de otro modo, coincidente con el caso supuesto en las instrucciones); rumbo en dirección a la Guinea, algunos días observó la misma estrella en la altura de 46°; en ninguna de las referencias hubo el cuidado de decirse que fue tomado el

[6] L. de Morais e Sousa, *A Ciência Náutica dos Pilotos Portugueses nos Séculos XV e XVI*, p. 39, Lisboa, 1924.

[7] S. García Franco, *La Legua Náutica en la Edad Media*, pp. 57 y ss., Madrid, 1957.

[8] *Loc. cit.* en la nota n.° 5, p. 142.

mayor valor de la altura de la estrella, como, al parecer, implícitamente se supone se hizo; pero se dice que se navegaron 100 leguas en el sentido norte-sur, número al que de hecho se llega multiplicando los 6° de diferencia de alturas por las 16 $^2/_3$ leguas adoptadas para el módulo de un grado del meridiano terrestre. Todavía no tengo la seguridad de qué estrella se trataba; todo lo que a tal respecto se dice no pasaba de mera conjetura.

Lo mismo se da para el segundo ejemplo, en que la referencia es un lugar indeterminado de la «tierra que halló Pedralvares» (Pedro Alvares Cabral); en ese lugar el piloto tomará hasta la estrella una altura de 70°, y de ahí a algunos días después le daba 76° de altura. También en este caso, aunque no dice que las observaciones fueron hechas al pasar por los meridianos magnéticos de los dos lugares, se verifica que la estrella se encontraba al norte del observador; así como que la diferencia recorrida sobre un meridiano valdría las mismas 100 leguas, aunque en este caso la dirección era del sur hacia el norte.

De estos pasajes de la exposición, dada la insistencia con que se habla de estrellas, se concluye que éstas serían las preferidas en este tipo de operaciones; y así era, en verdad, aunque eso no quiere decir que no estuviese tentado de usar este mismo principio con el Sol (también un estrella, pero de comportamiento especial, pues no se clasifica entre las estrellas que se dicen fijas; y en aquel tiempo, era de sobra considerado un planeta); por el inconveniente de que este astro se movía en la elíptica cerca de 1° por día, lo que en rigor no daba la posibilidad de comparar entre sí alturas tomadas en días diferentes como se aconseja hacer con las estrellas. Por tanto, como no era muy grande el rigor entonces pedido a los resultados, se consideraba lícito comparar dos alturas del Sol tomadas hasta un máximo de dos días de diferencia, como expresadamente nos dicen las instrucciones:

> Si quisierais saber cuánto anda el navío por la altura del Sol, tomar el Sol al medio día en lugar que estuvierais, cuando vos partáis del punto, de allí partiendo, a uno o dos días en el mar, tomando la altura del Sol otra vez a tal hora, veréis la diferencia del primer punto a este último.

La necesidad de no operar más de dos días entre las observaciones era considerada importante, pues las instrucciones insisten en esto, diciendo que hasta ese intervalo límite «el Sol no puede salir tanto de la

cuenta en un día o dos que puede hacer tanta (quiere decir: grande) diferencia en la cuenta de las leguas»; pero de hecho, el error podía ir hasta las tres decenas de leguas.

Llamo la atención por no haberme referido, en el caso del Sol, a una altura meridiana; en verdad, el texto es claro al respecto: las alturas a comparar no serían las máximas alcanzadas por el astro en cada lugar (alturas en su tránsito meridiano), sino las alturas tomadas a la misma hora local.

Como la observación de aquella coordenada del Sol era bastante fácil cuando era tomada con el astrolabio, sería natural que se manifestase una tendencia para recurrir a este astro; y eso se hacía posible desde que se prepararon tablas con las alturas meridianas del Sol, o a la misma hora de todos los días, o de *n* en *n* días ($n = 1$ ó 2) de un año, para un lugar dado de referencia. Esas tablas, a veces llamadas «pautas» del Sol, eran conocidas por los astrólogos medievales (se encontraban dos de ellas en el más antiguo texto portugués de Astrología, *Los Almanaques Portugueses de Madrid*, que publiqué en 19)61 [9] y fueron mencionadas por primera vez por António Barbosa [10]. La primera de las dos «pautas» representa las alturas máximas del astro de tres en tres días y para un año, sobre la designación de «tablas de las alturas del Sol en los lugares de su lado (o sea: latitud) es de 40 grados». Pero António Barbosa mostró que la latitud a la que estaban referidas las coordenadas era de 39°, entonces atribuida a Lisboa, pudiendo ser hecho el cálculo, por consiguiente, para esta ciudad. Sin embargo, su nombre no aparece relacionado con la «pauta». La segunda tabla es en todo semejante, salvo en la periodicidad: las alturas están marcadas para intervalos de cinco en cinco días.

Añadiré que, siendo los *Almanaques* de mediados del siglo XIV, en estas tablas está el único argumento que puede ser usado por aquellos que sustentan que este primitivo proceso de navegación astronómica pudo haber sido utilizado en la marina portuguesa del siglo XIV. No hay ninguna indicación, ni siquiera indirecta del uso de esa técnica incipiente. Por otro lado, si hubiese sido entonces practicada, difícilmente se comprendería que un siglo después estuviese de tal modo olvidada,

[9] L. de Albuquerque, *Os Almanaques Portugueses de Madrid*, pp. 20-22, Coimbra, 1961.

[10] A. Barbosa, *loc. cit.* en la nota n.° 1, pp. 125-130.

y que los navegantes del final de la época henriquina y de los primeros tiempos alfonsinos tuviesen que recorrer con laboriosidad y demora todos los pasos decisivos paa llegar hasta ella.

António Barbosa admitió que las «pautas» del Sol contenidas en los *Almanaques Portugueses de Madrid* habrían sido eventualmente usadas para, en el siglo XV, aplicarse al Sol a modo de obtener distancias meridianas, a lo que llamé proceso de alturas-distancias; pero nunca aceptó que pudiese haber acontecido en la era del trescientos, pues no disponía de ninguna prueba en ese sentido. Nadie entonces supo (y tampoco hoy sabemos) si el texto de los *Almanaques* llegó a ser divulgado a través de copias, o si «pautas» de cualquier otro origen llegaron al conocimiento de los pilotos, acompañadas de las indispensables indicaciones para su uso náutico.

Por lo contrario, en relación al siglo XV podemos garantizar que tablas semejantes llegaron a las manos de los marineros. Eso nos es dicho en el siguiente extracto de las instrucciones publicadas varias veces en la referida edición del *Reportório dos Tempos*:

> Si tomases el Sol en cualquier día del año a la hora de la partida, así como en Lisboa, apuntáis vuestra cuenta a Lisboa; según más largamente se escribe en las reglas de las alturas del Sol hechas en Lisboa, y así mismo de la isla de Madeira, o de cualquier otro cabo (del) que vos partierais.

Había, por consecuencia, «pautas» del Sol para Madeira y para otros lugares hoy indeterminables, lo que quiere decir que Madeira y estos lugares eran tomados como referencias. En el texto es intrigante que se refiera a la altura tomada «a la hora de la partida». En verdad, esa coordenada celeste del Sol apenas era comparable a las registradas en cualquier «pauta», que contendría casi con seguridad alturas meridianas, o el texto se encuentra incompleto, o la explicación que su anónimo autor nos da no es satisfactoria. Un modo de sustraernos nosotros a estas dificultades será imaginarnos que se comparaba esa altura tomada a la hora de la partida con la altura meridiana del Sol escrita en la «pauta» para el mismo día. La diferencia de los dos ángulos sería considerada como un factor de corrección aditivo a introducir en todas las alturas tomadas en días subsiguientes a la misma hora de la observación inicial.

Esta explicación tiene un punto flaco, pues se muestra contraria a la tendencia para la simplificación de que siempre dieron pruebas los marineros de ése y de todos los tiempos. Es normal suponer que el texto transcrito se encuentre desfigurado en el libro donde él se reprodujo. El original debía tal vez referirse exclusivamente a alturas meridianas.

Perfeccionamiento del proceso de alturas-distancias

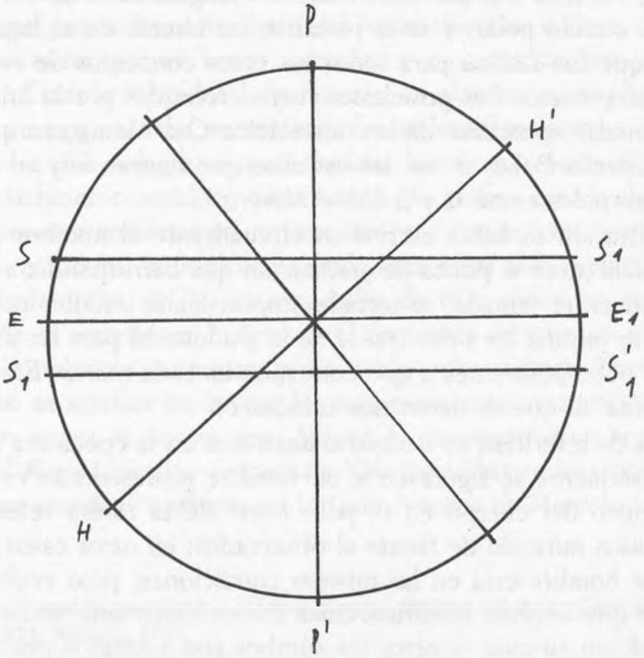
El medio bastante primario que en el apartado anterior se describió utilizado en alta mar fue un elemento necesario, aunque no suficiente para conocer la posición del navío, y con el tiempo vino a alterar a la marinería de un modo tan profundo que se puede decir (repito) que pasó de un arte a una técnica. Veamos en breves palabras cómo aconteció.

Se vio que la Estrella Polar, bien como las otras estrellas y el Sol, eran, en el proceso de alturas-distancias, observadas una vez por día, en cada caso. Sin embargo, se alude una vez más, en relación al Sol, a la observación hecha desde la partida de un lugar. Admito que la más habitual fuese practicar la observación de estrellas en los tránsitos meridianos. Sin embargo, sí se refería en cada lugar a un rumbo magnético, pues, como se vio, él era definido por el punto principal de la aguja de la brújula. Ahora bien, podía acontecer que el tránsito superior de las estrellas (para algunas de ellas al pasaje inferior por el meridiano del lugar se daba por debajo del horizonte, aunque no era así con la Polar) si se verificaba en el curso del día, tornaba la observación imposible; tampoco podía ser hecha cuando el cielo las encubría en el momento de la observación o encubría el Sol cuando estaba en las mismas circunstancias, es decir, al medio día local.

En las instrucciones que extracté anteriormente se verifica expresamente que, por lo menos para el Sol, su autor admitía observaciones extrameridianas; y lo que se dice sobre el Sol era, naturalmente, aplicable a otros astros. Y en especial en el caso de la Estrella Polar: esta nueva solución sería poco viable para todas las posiciones, porque recorría todo su circuito diario alrededor del polo; era, así, necesario escoger algunos puntos bien definidos entre todos los posibles ocupados sucesivamente por la estrella en su rotación aparente diurna, y después comparar las alturas tomadas en dos lugares diferentes sobre la misma

posición alcanzada por la estrella. Como voy a explicar, los textos contemplaron ocho alternativas.

Antes de eso, no obstante, cumple aquí explicar que, al suponer en la Figura 3 que la Estrella Polar se encontraba en el polo norte de la esfera celeste, no cometí en absoluto una arbitrariedad, aunque ese acto no fuese exacto. Tengo razones para pensar que muchos hombres de mar estaban convencidos de que la estrella no giraba sobre un círculo no muy apartado del polo, y alrededor de este punto. En verdad, Valentim Fernandes en la primera edicón del *Reportório dos Tempos* (1518), antes de transcribir las reglas del llamado «régimen del norte» (del que me ocuparé más adelante), comentó:



> La cual (tiene a la vista la Estrella Polar) afirmamos ser de muy pequeño movimiento con respecto a otras estrellas (...). Y por esta causa los navegantes, que aún no son expertos en astronomía, dicen que está fija en un lugar.

Y en la edición de 1563 del mismo libro, aún se consideró necesario advertir, después del inicio, que «en Lisboa no a todas horas está el norte en una misma altura». Lo mismo debe significar una particularidad de la figura que representa un hombre observando a la Estrella Polar con la ballestilla, en la edición de 1563 del *Regimiento de Navegación* de Pedro de Medina: el polo está indicado en un punto distinto de la estrella, y a través de un largo arco del círculo que de ella parte se insinúa de modo claro que, en apariencia, lo describiría diariamente alrededor de aquel primer punto.

En las condiciones descritas, el proceso se tornaba mucho más útil cuando se recurría a la Estrella Polar; se escogían ocho de sus posiciones en su círculo polar, y se le tomaban las alturas en el lugar de referencia, que fue Lisboa para todos los casos conocidos de esta nueva versión del proceso. Las posiciones fueron referidas por la orientación de las llamadas «guardas» de la constelación Osa Menor, en que se integra la Estrella Polar, o sea, las estrellas que figuran hoy en los catálogos etiquetadas como α y β *Ursae Minoris*.

Si hasta ahí se había escrito en el cuadrante el nombre del lugar de referencia junto al punto de graduación que correspondía a la altura de la Polar en él tomada, se tornaba impracticable escribir ocho veces ese nombre junto a los ocho trazos de la graduación para las alturas tomadas en ocho posiciones a que correspondía cada marca. Era un nuevo problema, al que se darán dos soluciones.

Antes de referirlas, es necesario decir que en la época era corriente que los marineros se figurasen a un hombre representado en el cielo con el centro del cuerpo en el polo norte de la esfera celeste, y en algunos casos mirando de frente al observador; en otros casos, no obstante, este hombre está en las mismas condiciones, pero vuelto de espaldas, lo que implica modificaciones en los datos que se le refieren. En verdad, en su caso u otro, los rumbos son referidos por la figura humana, de modo que todos ellos, exceptuando los dirigidos hacia el norte y el sur, son sustituidos por los rumbos simétricos en relación a la línea meridiana, cuando se pasa de la representación de una figura

a la representación de otra. Por ejemplo: el rumbo nordeste, que en la figura de frente es designado por «hombro izquierdo», en la figura de espalda el «hombro-izquierdo» representará el noroeste. Usarán la figura de frente Valentim Fernandes, en la edición de 1518 del *Reportório dos Tempos* (figura 5); Cristóbal Colón, en una carta dirigida a los reyes de España en junio de 1498[11], Francisco Tornamira, Pedro de Medina[12], y aún otros. En Portugal se dio tal vez preferencia a las designaciones que corresponden a la figura de espaldas, presentada por ejemplo en el «regimento da hora nocturna» obtenido por la Polar, publicado en la *Guia Náutica de Évora*, editada probablemente en 1516[13].

Considerada la figura de frente, como acontece en el libro editado por Valentim Fernandes que cité, los nombres de los ocho rumbos para la observación de la altura de la estrella serían los siguientes: el norte se designaría por la cabeza, el nordeste por el hombro izquierdo, el este por el brazo izquierdo, el sureste por la línea debajo del brazo izquierdo, o alternativamente, por la línea del pie izquierdo, el sur por el pie, el suroeste por la línea de abajo del brazo derecho o línea del pie derecho, el oeste por el brazo derecho, y el noroeste por el hombro derecho. Estas indicacionesl aparecerán en algunos casos abreviadas, y por eso se exige mucha atención en las indentificaciones.

De las dos soluciones para indicar las alturas de la Polar en las ocho posiciones escogidas y para Lisboa, la gráfica era sin duda la más impresionante: consistía en representar una rueda, con o sin la figura humana, con ocho radios correspondientes a los cuatro rumbos principales y colaterales; en las extremidades de esos radios se escribían las alturas de la estrella en Lisboa en el momento en que las guardas llegaban al rumbo de ese mismo radio, o al rumbo diametralmente opuesto. Como se verifica en las ruedas supuestamente más antiguas, alteración cuya causa se nos escapa. Aparte de encontrarse en la edición de 1518 del *Reportório dos Tempos* de Valentim Fernandes, que la reproduce, hay «ruedas» análogas en la *Guia Náutica de Munich,* (edición de

[11] Información tomada de S. García Franco, *Historia del Arte y Ciencia de Navegar*, vol. I, p. 154, Madrid, 1747.

[12] Como dice R. Estreda en el fl. XIX de la edición de su *Suma de Geografía,* Sevilla, 1947.

[13] L. de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munich e de Évora*, p. 193, Lisboa, 1965.

ca. 1509), en la *Guia Náutica de Évora* (*ca.* 1516), en la edición de 1521 del mismo *Reportório dos Tempos* y en el *Libro de Marinería* de André Pires (habiendo quedado incompletamente escritos algunos de los números de esta última versión) y de nuevo en el *Reportório dos Tempos*, edición de 1563, la última apenas con cuatro números.

Estos gráficos representan, en general, variantes que traducen sucesivos perfeccionamientos introducidos en el proceso, o expresan que de su aplicación se exigía mejores aproximaciones. Así, en cuanto a la «rueda» de la *Guía Náutica de Munich* las coordenadas fueron redondeadas a grados enteros, de acuerdo además con una observación contenida en el texto impreso en la edición de 1563 del *Reportório dos Tempos*. La aproximación aumenta en los números referentes a las «ruedas» restantes, siendo llevado hasta el valor de $^1/_2$, de $^1/_3$ y mismo de $^1/_4$ de grado. Se cree que el rigor de los valores apuntados en una «rueda», salvo en el caso de que su autor los hubiera forzado, puede se fácilmente avalado: las medidas para las alturas marcadas en rumbos diametralmente opuestos deben ser entre sí iguales, siendo común en la latitud de Lisboa. Esto sólo ocurre en la «rueda» de 1518, pues en todos los casos la medida es la latitud entonces atribuida a aquella ciudad: 39° (veremos más adelante qué partido se sacó de esta circunstancia). En fin: en el caso de no haber tenido enmiendas intencionadas de quien la diseñó (y es de suponer que no hubo), ésa debe ser, por consecuencia, la versión definitiva de la rueda de las alturas.

La segunda solución para proporcionar a los pilotos estos números consistía en redactar un «regimiento» en que fuesen anotados. Tal «regimiento» apenas llegó hasta nosotros a través de una copia incompleta, que del mismo modo se puede leer en las páginas finales de la edición de 1563 del *Reportório dos Tempos.* El texto es el siguiente:

> Sabrás que en Lisboa a todas las horas no está el norte en una altura. *Idem*. Las guardas en la cabeza, tiene el norte 36 grados y un tercio, y ésta no se ha de meter en la cuenta por causa de la cantidad, que es pequeña,, y (así) has de hacer (con) las otras alturas que tomases. Las guardas estando en la Línea izquierda (léase: línea de hombro izquierdo) hallarás el norte en 36 grados. Si fueran las guardas en la línea del pie izquierdo hallarás el horte 39 grados. Si fueran las guardas en el pie, hallarás el norte en 42 (en el texto está grabado: 12) grados (...). Si fueran las guardas en el brazo derecho (pero es posible que esta referencia viese antes el hombro izquierdo) hallarás el norte

en 37 grados. Sabrás que estando las guardas en la línea del brazo derecho, hallarás el norte en 36 grados.

MEDIDA DE LOS ÁNGULOS EN LOS RUMBOS	*GUÍA DE MUNICH*	*GUÍA DE ÉVORA*	*REPOR-TÓRIO* 1518	*REPOR-TÓRIO* 1521
Norte y sur	38°	38° 1/2	39°	39°
Nordeste-sureste	38° 1/2	39°	39°	
Este y oeste	38° 1/2	39° 1/6	39°	38 7/8
Sureste y noroeste	38° 1/2	38° 1/2	39°	39°

El texto exige algunas notas. En primer lugar, las reglas están referidas a las dos guardas, cuando en el regimiento del norte, que le es paralelo, y se va a estudiar enseguida, las posiciones regimentales de la estrella son casi siempre referidas a la guarda delantera. Además de eso, se verifica que faltan dos valores en el enunciado; en el caso de que admitiéramos que tiene cabida la alteración propuesta, las reglas que faltan corresponden al brazo izquierdo, y a la línea del pie derecho; hay también errores en algunos de los números referidos, que tal vez se expliquen por encontrarse cortado el texto: por ejemplo: la altura de la Estrella Polar, cuando las guardas alcanzansen el brazo derecho, debía estar avalada en 40° ó 4° y no en los 37° registrados en el enunciado. Por último, convendría llamar la atención hacia el hecho de que sólo el primer número indicado es suministrado en grados y fracciones; el anónimo autor advierte que las restantes alturas fueron redondeadas en grados enteros, en virtud de considerar que sería imposible conseguir en el mar tal precisión. Ciertamente, en el resultado del balance del navío en el que se observa, así se hizo. El enjuiciamiento de la precisión obtenida en las observaciones de ángulos de alturas (o distancias cenitales) a bordo de navíos fue variado. Está claro que eso dependía del mismo navío y del estado del mar, pero en condiciones normales, en cuanto en el texto presente se contenta con la aproximación al grado, y el maestro João —astrólogo que siguió en la armada de Pedro Alvares Cabral— consideraba que las observaciones en el mar podían conducir a errores inaceptables, un poco más tarde (1538), don João de Castro pensaba que «quien tuviese honesta estimación» no podría errar más de medio grado.

La determinación de latitudes por la Estrella Polar

El recurso a ocho posibles observaciones de alturas de la Polar, que Manuel dos Reis consideró, con razón, constituía una fase secundaria más perfeccionada del proceso de alturas-distancias[14] e iba a permitir que se pasase —y puedo decir que *con naturalidad*— a otro nivel más avanzado de la técnica de navegar, o sea, aquel que pasó a determinar a bordo la latitud del lugar que el navío ocupaba, a partir de la misma observación de la estrella. De ese nuevo e importante «salto» me voy a ocupar ahora.

Adelanto ya que, no siendo fácil fijar una fecha para la aplicación del proceso anterior (Diogo Gomes apunta para *ca.* 1462, que el texto de Valentim Fernandes da idea de que éste aún estaba en uso al inicio del siglo XVI), aún más fácil se torna indicar la fecha en que se inició la determinación náutica de latitudes. Seguidamente mostraré que en la década de 1480-1490 se hicieron ensayos para el uso de observaciones del Sol con el mismo fin; por otro lado, Bartolomeu Dias usó en 1488 el «regimiento» solar, y para la década inmediata (1490-1500) existen fragmentos de tablas con declinaciones de ese astro, indicio de que el «regimiento» solar estaba siendo aplicado frecuentemente. Ahora, desde que este último «regimiento» apareció, las reglas para la determinación de la latitud por la Polar pasaron a un segundo plano, hecho que se puede comprobar en diarios y relaciones de viajes del siglo XVI, dado que en esos textos es rarísima una referencia a observaciones de la Polar o de otras estrellas, se puede asimismo decir que en muchos diarios, las referencias a las medidas del Sol al mediodía con el astrolabio son muy frecuentes. Don João de Castro, en sus impropiamente llamados «roteros», cuando un día no «tomaba» el Sol (como entonces se decía) da siempre o casi siempre una explicación acerca del motivo que le imposibilitó hacerlo; lo mismo ocurre en el diario inconcluso del viaje de Lisboa para Goa de la nave *Reina*, en 1558, cuyo piloto era António Vilela con otros, naturalmente.

Por todas estas razones sañaladas pienso que las reglas para la determinación de latitudes por la Polar debían correr entre los marineros

[14] *O Regimento do Norte na Astronomia Náutica Portuguesa do Século* XVI, p. 6, Lisboa, 1961.

antes de 1480. Ese conjunto de enunciados, constituyendo el llamado «regimiento del norte», podía encontrarse entonces en una forma no definitiva, precisamente en el primer cuarto del siglo XVI. Sin embargo, aunque el Sol se dominaba en las prácticas de pilotaje, aún se procuraban perfeccionar las reglas de aquel regimiento, como se verá. Manuel dos Reis sustentó en el estudio antes referido, y con toda verosimilitud, que una primitiva versión de este regimiento se debe situar entre la primera fase del proceso de alturas-distancias, que el observador se limitaba a acusar una de las supuestas alturas meridianas del astro, y que aquélla es la época en que pasaron a existir ruedas con las ocho alturas de la Polar tomadas en la ciudad de Lisboa. En efecto, en las hojas anexas (así les puedo llamar) de la edición de 1563 del *Repertório dos Tempos* encontramos aún la aparentemente más antigua versión del «regimiento del norte», con apenas cuatro reglas, intercaladas en un pasaje en que el anónimo autor explica cómo se podía pasar de las dos alturas del astro para las distancias entre los puntos que un meridiano cortaba los paralelos de los lugares que en aquellas coordenadas habían sido observadas. Para las dos primeras posiciones de las guardas de la Osa Menor, el texto enseña que: «y sabréis que, cuando las Guardas estuvieran en la cabeza, (la dicha) estrella del norte está tres grados más abajo que el punto principal. (...) cuando las guardas están al pie del norte, entonces el norte está más alto de lo que debe arriba del punto principal».

De este enunciado se ve que las alturas de la Polar, cuando la estrella alcanzaba los supuestos tránsitos meridianos inferior y superior respectivamente (y escribo «supuestos» porque, en rigor, la estrella no estaría entonces exactamente en el meridiano geográfico del lugar), se debían juntar o sustraer 3°,5 para de la altura medida obtenerse la latitud local. Tales correcciones, que aparecen en las versiones definitivas del quinientos del «regimiento», deben haber sido obtenidas comparando la latitud de Lisboa (39°) con los valores de las alturas de la Polar en la misma ciudad, apuntados en la «rueda» publicada en la edición de 1518 del *Reportório dos Tempos*. Para el caso de dichos pasajes meridianos, tales alturas eran de 42° y 36° en los pasajes superior e inferior, habiendo sido despreciadas fracciones de grado, como se vio. Además, fue a través de comparaciones análogas que todas las constantes de corrección consideradas en el «regimiento» fueron calculadas.

Las otras dos reglas de este «regimiento» pueden ser leídas en unas líneas antes, redactadas del modo siguiente:

> Otrosí, cuando tomasen la altura del norte, en el tiempo en que las Guardas están este-oeste con la estrella del norte, y donde os cae la plomada aparentemente (o sea: repare) que nombre de la tierra os cubre la línea (el hilo del cuadrante); con tal tierra estaréis este-oeste. Y esto cuando los lugares están puestos en el cuadrante cada uno en su grado de su altura del polo.

El último pasaje confirma lo dicho anteriormente: se escribían en la tabla del cuadrante los nombres de varios lugares de los que se hacían observaciones, con la división de la escala por donde pasaba el hilo del plomo del instrumento, cuando la estrella era vista. Todavía, en el procedimiento aconsejado había error, pues la altura de las guardas en la posición indicada difería de uno de los meridianos, y era una de las alturas que ellos debían escribir en la tabla con el nombre del lugar. De cualquier modo, y con respecto a ese error, en el texto se considera que serían nulas las correcciones al introducir las alturas tomadas a la Polar cuando la estrella estuviese en la línea este-oeste; pero también esta indicación está incorrecta, pues en tales casos las correcciones no serían nulas sino que valdrían $+1° 30'$ ó $-1° 30'$, como de otro modo aparece indicado en versiones posteriores, y ya en el quinientos, del «regimiento».

Después de analizar estos resultados, Manuel dos Reis puede concluir en el estudio citado: «Por todo esto parece que el *Reportório* de Valentim Fernandes inserta el primer esbozo, verdaderamente arcaico, de la segunda forma del regimiento del norte (el autor consideraba «primera» forma o proceso en el presente libro designado por «alturas-distancias») con dos números ciertos, dos errados y falta de cuatro, lo que es otro indicio de la mayor antigüedad de las reglas de navegación contenidas en las páginas finales de aquella obra».

Mostraré más adelante, como diferencia, que en el caso del Crucero del Sur, en una fase inicial de su uso, se consideró también que a la altura medida —cuando la Cruces (o estrella del pie del Crucero) se encontraba en la línea este-oeste— la altura de la estrella era la latitud; y que las cuatro correcciones indicadas para los cuatro casos de medidas de alturas no meridianas fueron fijadas por exigencias de me-

dida y de simetrías, en absoluto impropias; y eso ocurrió cuando los pilotos y los técnicos de la náutica (por ventura astrólogos promovidos a esa situación) estaban, o debían estar bien familiarizados con las observaciones astronómicas.

No me es posible indicar cuándo se pasó de aquella forma incipiente al «regimiento» definitivo; arriesgo, por tanto, que no debe haber pasado mucho tiempo para efectuarse el cambio, pues el principio de comparar alturas con la latitud de Lisboa que presidió la definición de todas las constantes regimentales, fue usado en la versión a la que Manuel dos Reis llamó el «primer esbozo» del «regimiento». En verdad, la idea a seguir está en esa redacción clara, faltando apenas corregir los dos valores errados y acrecentar los índices correctivos que faltaban, a fin de entenderse los ocho rumbos intermedios, constituyéndose, de este modo, el «regimiento» final.

El «regimiento» en esta forma llegó hasta nosotros, a través de una confrontación de ocho reglas (innumerables veces copiadas), a través de gráficos semejantes a las «ruedas» de la Polar con las alturas para Lisboa, con la natural alteración de no presentar en el extremo de cada radio una altura más el valor de un índice correctivo. Estos gráficos, hoy existentes en mucho menor número que las reglas *in extenso* se encuentran en varios *Libros de Marinería* (João de Lisboa, de Manuel Alvares, de Gaspar Moreira, etc.), así como en hojas de algunas guías náuticas manuscritas y en otras de varios atlas que incluyen datos cosmográficos de interés en náutica, nombradamente en casi todos los de Fernão Vaz Dourado[15], en el de Anónimo Bartolomeu Velho[16] y en el de Lázaro Luís[17]; volveré más adelante a este último.

Creo que los índices correctivos de la versión del «regimiento», que más se generalizó y estuvo en uso hasta el final del siglo XVI, fueron, como antes escribí, obtenidos por la comparación de la latitud de Lisboa con las alturas de la Estrella Polar observadas en la misma ciudad para varios rumbos regimentales de la guarda delantera. Existen las siguientes razones para admitirlo. En primer lugar, si la cronología pro-

[15] A. Teixeira da Mota y A. Cortesão, *Portugaliae Monumenta Cartographica,* vol. III, figuras 257, 276, 293, 312, 327, 346, Lisboa, 1960. Todos los atlas de Vaz Dourado datan de la segunda mitad del siglo XVI.

[16] Datable de *ca.* 1560. *Idem.* vol. II, figura 236.

[17] Fechado en el 1563. *Idem, id.,* figura 225.

puesta en este libro para la evolución de la náutica astronómica está acertada, y supongo que lo está (¡de lo contrario no lo tendría indicado!), a la determinación de alturas precedió el cálculo de latitudes a bordo. En segundo lugar: comparando los 39° de latitud atribuida a Lisboa con las alturas de la Polar apuntadas en la rueda impresa en la edición de 1518 del *Reportório*, se verifica que las diferencias coinciden con los valores del «regimiento», como está indicado en el cuadro I. Su última columna registra más diferencias, que son exactamente los números regimentales para los mismos rumbos. Finalmente: una crítica que hace al «regimiento del norte» el cosmógrafo mayor del reino, Pedro Nunes, quien afirmó en 1556 que las correcciones regimentales estaban erradas, supongo que habían sido preparadas por un matemático «poco perito» que las habría calculado para un «horizonte particular» (o sea: para un determinado lugar), admitiendo abusivamente que fuesen válidas en todos los casos[18]; o sea: Nunes consideró que los índices sufrían variaciones con la latitud (lo que era teóricamente cierto, mas en la práctica, y para las latitudes en que se navegaba, tales variaciones eran insensibles), acusaba al «regimiento» de mandar aplicar en todos los casos valores que habrían sido obtenidos en un determinado lugar, casi con certeza Lisboa, que era el verdadero centro de la actividad marítima portuguesa desde *ca.* 1470.

Guarda delantera de la Osa Menor en los rumbos	Alturas de la Polar según el *Reportório* (ed. 1518)	Diferencias para la latitud de Lisboa (39°)
Norte	36°	+3°
Nordeste	35,5	+3,5
Este	37,5	+1,5
Sudeste	39,5	−0,5
Sur	42	−3
Suroeste	42,5	−3,5
Oeste	40,5	−1,5
Noroeste	38,5	+0,5

[18] *Petri Nonii Salaciensis opera quac complectuntur primo duos libros, in quau trattantur pulcherrima problemata,* p. 92, Basilea 1556. Una guia náutica manuscrita con la «rueda» de las correcciones se encuentra en el códice de Bastião Labato; está editado por la Imprensa Nacional/Casa da Moeda, con introducción mía, Lisboa, s. f. (1967).

A partir de las primeras versiones que el «regimiento» tuvo, en la forma de un conjunto de enunciados escritos, y no en ruedas, la preocupación fue, sin duda, mejorar en lo posible la definición indirecta, a través de las guardas y de las posiciones regimentales de la Estrella Polar. Y ese cuidado aún existía en el inicio del siglo XVI, como se puede ver comparando entre sí dos reglas correspondientes en los textos que del regimiento nos transmiten la *Guía Náutica de Munich* y la *Guía Náutica de Évora*. Las transcribo enseguida, modernizando la ortografía:

> Cuando las Guardas están en la línea por debajo del oeste, está la Estrella del Norte arriba del punto principal tres grados y medio (Munich).
> Cuando las Guardas están en la línea por debajo del oeste, está una Guarda por otra este-oeste. Y la Estrella del Norte está arriba del Polo tres grados y medio (Évora)[19].

La segunda regla está, evidentemente, redactada con mayor precisión, y esto porque, en verdad, las dos guardas no llegaban rigurosamente *al mismo tiempo* al rumbo del norte, como la primera versión puede hacer creer; por eso en la segunda versión, repitiendo ese dato a propósito, se refiere más precisamente cómo se disponían las dos guardas, o sea, con una orientación este-oeste, en el momento en que se debía tomar la altura a la Polar para la aplicación de la regla que el texto tiene a la vista.

Fue en la segunda versión donde el regimiento más se debe haber divulgado[2] pues se encuentran en muchos textos los manuscritos im-

[19] Para los dos textos transcritos: *Regimento do Astrolábio e do Quadrante* (o *Guía Náutica de Munich*), edición facsimilar de Joaquín Bensaúde, p. 9, Lisboa, 1924[2] y *Guía Náutica de Évora*, *idem*, p. 40, Génova, s. f.

[20] De anotar, en todo caso, que en el *Livro de Marinharia* de João de Lisboa (edición de Brito Rebelo, p. 46, Lisboa, 1904) existe una versión abreviada, sacada del texto copiado en la *Guía de Munich*, a la par de una transcripción hecha de cualquier versión más moderna o más cuidada, en el texto se limita a indicar el lugar en el que quedaban las guardas en cada regla, sin de ella hablarse: «It. en el brazo de este sacarás 1 $^{1}/_{2}$ grados. It. en el pie sacaras 3 grados.», etc. La manera como se hacía la recopilación del que hoy llamamos un «libro de marinería», que en ellos se encontraron repeticiones y también diferentes versiones del mismo texto. Un mismo piloto o sucesivos pilotos copiaban para un libro de notas todo lo que de su arte se decía al respecto. Y no sólo se repetían o registraban diferentes redacciones del mismo «regimiento», porque algunas

presos, desde el *Reportório dos Tempos* (edición de 1518) hasta el *Livro de Marinha* de André Pires. Todavía la versión de Évora no fue considerada definitiva, habiéndose continuado en buscar otros medios de mejorar la indicación de los momentos indicados para medir la altura de la Polar en las posiciones regimentales. Una solución fue dar —al margen de la orientación definida por las guardas como en el caso de la *Guía* de Évora— el rumbo definido por la guarda delantera con la Estrella del Norte. Así ocurre en otra copia del «regimiento» contenida en el *Livro de Marinharia* de João de Lisboa [21], donde la regla arriba transcrita está redactada del modo siguiente:

> *Idem.* Primeramente has de saber que cuando las Guardas están en el brazo de oeste, *está la Guarda Delantera con la Estrella del Norte este y oeste*, y la Estrella del Norte está arriba del punto principal un grado y medio.

La determinación de la latitud en el mar por otras estrellas

Para la historia de la evolución del «regimiento del norte» es necesario hacer algunas breves consideraciones, a pesar de que sólo la primera tenga —a mi entender— un significado con vistas a la aplicación práctica de sus reglas.

En efecto, y en primer lugar, en un texto transcrito por João de Lisboa —concretamente en su célebre *Tratado de la aguja de navegar*, de 1541— recomienda que el «regimiento» sólo fuese aplicado para los casos del mayor y del menor en términos correctivos de los verificados en el regimiento, casos en que se supone que la Estrella Polar hacía sus tránsitos meridianos (y ya dice que sólo lo eran aproximadamente) [22]. Tal recomendación viene repetida en los libros de marinería de Bernardo Fernández y de André Pires [23]. En el caso de João de Lisboa no sabemos si el consejo era considerado para todas las situaciones. Cuando

veces transcribían instrucciones náuticas que, por los errores cometidos en las copias, me lleva a suponer que no eran buenos conocedores del problema, aunque ellos lo pretendían solucionar.

[21] *Idem, idem, pp. 34-35.*

[22] *Idem, idem, p. 35.*

[23] L. de Albuquerque, *Livro de Marinharia de André Pires*, p. 213, Coimbra, 1961.

él lo hizo tenía a la vista la determinación de la declinación magnética, estando sólo preocupado en decirnos cómo definir la línea norte-sur geográfica a partir de observaciones de la Estrella Polar.

Aparte de este caso, las restantes observaciones o modificaciones introducidas en el «regimiento», a mi modo de ver, responden menos al interés práctico que tendrían y más a un deseo del autor de volver a anotar —a través de una intervención en la actividad náutica— de reclamar una excelente preparación teórica.

Está en este caso, por ejemplo, la versión del «regimiento» con dieciséis reglas, que según mi conocimiento aparece por primera vez en una hoja del atlas de 1559 de Diogo Homem [24]. La alteración consistió en ampliar los enunciados para seguir todas las posiciones de la estrella de dos en dos cuartas en su círculo diurno aparente, indicando para los ocho rumbos ampliados en la versión tradicional del texto las correspondientes correcciones a introducir. Del análisis de estos nuevos números me parece lícito conlcuir que el autor de la innovación (y puede no haber sido Diogo Homem) procedió de manera arbitraria. De hecho, para el índice correctivo referente a cada nuevo rumbo se limitó aparentemente a tomar un valor igual al referente a uno de los rumbos más próximos —cuando era pequeña la diferencia, de apenas segundos— o a tomar un número cualquiera entre ellos, cuando la diferencia fuese acentuada.

El cartógrafo ciertamente habrá dado cuenta de la inutilidad de estas nuevas reglas; lo admitió porque en diseño posterior —también integrado en otros de su atlas— abandonó el enunciado de 16 reglas, y volvió a la versión tradicional del «regimiento». Todavía no se piense que esta «novedad» quedó olvidada, pues fue retomada algunos años después por los cosmógrafos «teóricos» André de Avelar y Manuel de Figueiredo [25]. Este último retocó los datos numéricos del texto, mas también debe de haberles reconocido poco o nulo valor práctico; efectivamente, en una obra suya dedicada exclusivamente a la náutica e impre-

[24] A. Cortesão y A. Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica*, vol. II, figura 115, Lisboa, 1960.

[25] M. de Figueiredo, *Chronographia. Reportório dos Tempos*, Lisboa, 1603. La obra de André de Avelar tiene el mismo título, tratándose de la edición de 1590, que nunca hasta hoy me fue posible ver; la vio Manuel dos Reis, y a él le debo esta información.

sa por primera vez en 1608, con el título *Hydrographia. Examen de pilotos*, Manuel de Figueiredo volvió al texto antiguo.

Las fantasías «teóricas» no se quedarán aquí, teniendo conocimiento de otra versión del regimiento en 32 (!) reglas, o sea, que seguiría el movimiento diurno aparente de la Estrella Polar de cuarta en cuarta. Se encontraba en un manual náutico (tal vez en una guía) hoy perdida, mas se conoce a través de una traducción inglesa, posiblemente de la segunda mitad del siglo XVI, en parte publicada por Eva Taylor [26].

Puedo decir que, hasta donde van mis lecturas, ni una ni otra de estas complicadas versiones fue alguna vez usada en la práctica; y los pilotos, si acaso tuvieron conocimiento de ellas, actuaban acertadamente en no aceptarlas.

Otra manera, y esa ciertamente con alguna posible utilidad práctica (de si definieran las posiciones regimentales de la Estrella Polar), consistió en tener en cuenta una tercera guarda, o sea, otra estrella de la constelación Osa Menor (la 5 Osa Menor, también designada por 5 Flamsteed), que se alineaba con las otras dos, a B y la γ, quedando la estrella media, que en la versión tradicional era la guarda delantera, a igual distancia de las otras dos. De esta forma el regimiento es presentado por primera vez gráficamente en el *Libro de Marinería* de Bernardo Fernandes [27]. Al contrario de los regimientos de 16 y 32 reglas, esta versión perduró hasta la segunda mitad del siglo XVII, en obras de cosmógrafos. Vamos a encontrarla, por ejemplo, en la *Hydrographia. Examen de Pilotos* de Manuel de Figueiredo [28], donde de otro modo las constantes regimentales fueron oportunamente examinadas; y también en *Práctica del Arte de Navegar* de Luís Serrão Pimentel [29], habiendo admitido el historiador español Salvador García Franco que la idea partía de este último cosmógrafo mayor. De lo que queda dicho se verifica que el regimiento de tres guardas ya era conocido hacía más de un siglo.

Decía antes que la utilización de esta variante del texto era «posible», pero no me atreví a afirmar que fuese aplicada por costumbre; y por una razón simple: la estrella 5 Flamsteed es de pequeño tamaño,

[26] E. Taylor, *The Troublesome of Captain Edward Fenton. 1502-1583*, Londres, 1959. El manuscrito pertenece a la British Library, donde tiene la nota Harl. 167.

[27] Edición de Fontoura da Costa, anexo a la p. 25, Lisboa, 1940.

[28] Edición del 1625, pp. 35 vt.° y 36 rt.°

[29] Edición de Fontoura da Costa, p. 45, Lisboa, 1960.

y por tanto de difícil observación. Hago esta afirmación a pesar de saber que algunos pilotos eran capaces de distinguir estrellas en el límite de la visibilidad a la vista desarmada. Seguidamente lo demostraré.

La consideración de un «regimiento» de tres guardas no fue la única novedad por la cual pasó, para tornarse más fácil su aplicación, o para, en otro sentido, poder ser usado, cuando las guardas no podían ser vistas, por interposición de nubes. Otra alternativa para estos casos fue referir la posición de las guardas a otra estrella; en este segundo caso, para reconocerse las posiciones regimentales de la Polar fueron varios los astros escogidos, especialmente:

a) La llamada estrella «Guião» (también aparece por error designada por «Gião»; en castellano «Guión»), que por primera vez —que yo sepa— viene referida en una hoja del atlas de Lázaro Luis [30], además con enmiendas de los elementos numéricos, introducidas por un anónimo del final del siglo XVII; pero la estrella también está referenciada, y para el mismo fin, en un manuscrito del Archivo Nacional de la Torre del Tombo, titulado *Regimiento de la Declinación del Sol*, códice 869, folio 3. [31] La referencia a la estrella en este códice es la siguiente: «Sabreis que junto a la Estrella del Norte está una estrella que se llama el Guión; estando las Guardas (de la Osa Menor) entre la línea del noroeste y el brazo del este, está el Guión de la banda del este del polo; tomando la altura a él (Guión) lo que tomais, en eso estais». Las indicaciones de Lázaro Luis se refieren a dos situaciones, si bien la redacción es más bien poco clara; de cualquier modo, también en ese caso no hay dudas de que la estrella «Guión» era usada para —desde su altura, cuando ocupaba una determinada posición— obtenerse luego la latitud del observador. Más adelante veremos que para ese fin estaba igualmente prevista la observación de otras estrellas, y debo afirmar que algunas veces los pilotos recurrirán a ellas, pues se encuentran apuntadas sus observaciones en diarios de a bordo, si bien muy raramente.

[30] A Cortesão y A. Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica,* vol II, figura 221, Lisboa, 1960. El atlas es de 1563.

[31] A. Fontoura da Costa se refirió a este códice y la estrella en *Marinharia dos Descobrimentos*, nota n.° 73 de la p. 57, Lisboa, 1960, tal como en el texto del atlas, también aquí está escrito «Guião», y por eso Fontoura da Costa vaciló entre «Guião» y «Julião»; la primera lectura es la que correcta como muestra la anotación marginal a la hoja de Lázaro Luís y Rodrigo Zamorano en un libro sobre el arte de navegar.

Todavía nunca encontré la estrella «Guión» algunas veces referida en estos textos.

Hace años, al estudiar estas reglas, propuse que la estrella «Guión» fuese identificada como hoy la designada por 43 H Cephei, lo que después encontré confirmado en una obra del siglo XVII de Edward Wright[32], que la considera como parte de la constelación Horn.

b) Por tanto, si la «Guión», con otras referidas anteriormente, se encontraba en el texto relacionada con la Estrella Polar, también se tenía en cuenta que la pudiese sustituir en la determinación de latitudes, indicándose cómo se debía proceder para ello. En otros casos, se trataba de relacionar cierta estrella con la Polar, o sea, se recurría a otra estrella para definir sus posiciones regimentales. Daré aquí sólo el ejemplo de la estrella denominada Meca, mas afirmo que es conocido por lo menos otros caso referido por cosmógrafos españoles[33], y un tercero, redactado por un piloto portugués emigrado en Francia, donde usó el nombre de Alphonso Saintonge o Jean Fonteneau[34].

Para la Meca, lo que se dice en el *Libro de Marinería* de João de Lisboa es lo siguiente[35]:

[32] En el texto titulado «The Division of the whole art of Navigation» (p. 33), publicado como anexo final al tratado *Certain Error of Navigation Detected and Corrected,* Londres, 1657.

[33] P. Medina, *Arte de Navegar*, folio LXXXVIr, Sevilla, 1535. En este libro, que fue reeditado en 1563, y en la reedición, se repiten estas indicaciones, se habla de tres estrellas, de cuyas posiciones se podían deducir las posiciones de la Polar, «aunque no se vean las guardas». Las tres estrellas serían la σ Draconis, la B Cephei y la γ Cephei, la que Medina llama «tercera, sexta y novena», porque llegaban al meridiano 3, 6 y 9 horas después de la guarda delantera de la Osa Menor, lo que es aprovechado en el enunciado. Este regimiento también se encuentra referido por R. Zamorano (*Compendio del Arte de Navegar*, 34 vt.°, Sevilla, 1595) y por E. Wright (*loc. cit.*, p. 33).

[34] En *La Cosmographia avec l'Esphère et le Règime du Soleil et du Nord,* pp. 120-121, París, 1904. En este caso las reglas se refieren a dos estrellas alineadas con el Polo, a las que el autor llama «Tirant», que eran ciertamente la B y σ Osa Mayor, constelación también entonces llamada Barca; a las dos estrellas corresponden aquellas condiciones.

[35] El texto está insertado en el «tratado» sobre la aguja de navegar; *Libro de Marinería*, ed. cit., p. 22; también se encuentra transcrito por A. Pires, *loc. cit.*, p. 213. En la transcripción de Lisboa, en vez de las nueve horas indicadas en el texto transcrito, como está, si bien, en André Pires, se leen erróneamente cuatro horas (hice la corrección).

> Y para mejor saber donde está el Norte (el italiano es de mi responsabilidad), es necesario tener conocimientos de una estrella llama da Meca; esta anda junto con el Norte, y andan ambas en una línea esta Meca y las Guardas andan (apartadas) de las Guardas nueve horas, así que, estando el Norte (Estrella Polar) y la Meca en línea (quiere decir: norte-sur), están las Guardas en línea (noreste-sudeste); y de esta manera verás donde está la Meca (...).

Las nueve horas del texto se refieren a las diferencias de ángulos horarios o de ascensiones rectas de las líneas polo-Meca y polo-guarda delantera; por eso se puede decir que el texto no es muy claro, pues quedaría mejor decir que, cuando la Polar y la Meca estuviesen en línea (o sea: este-oeste) con el polo, las guardas estarían en la misma línea.

Un mapa celeste, con las posiciones principales del Hemisferio Norte en el año 1500 muestra sin cualquier duda que la Meca sería la γ Cephei.

Otra observación que no podía silenciar aquí tiene que ver con el hecho del movimiento aparente secular de la Estrella Polar al estar en ese tiempo próxima al polo. Eso quiere decir que la distancia polar de la estrella, estimada por los pilotos y por los cosmógrafos de *ca.* 1500 en 3° 30', aproximadamente cierta (y bastante más próxima del valor exacto que los 4° 10' propuestos en 1537 por Pedro Nunes), iría a disminuir durante el siglo XVI, y eso implicaría, consecuentemente, una alteración de las correcciones fijadas en el respectivo «regimiento». Según cálculos a los que procedió Manuel dos Reis, esos índices regimentales estuvieron prácticamente acertados entre 1450 y 1550. Sin embargo, en los textos náuticos, debidos en su mayoría a cosmógrafos, la urgente necesidad de esa revisión sólo comenzó a hacerse sentir al final del siglo XVI, lo que es natural, porque la distancia polar de la *Ursae Minores* describía en 1600 para 2° 54'[36]. Para los cosmógrafos portugueses esa coordenada ecuatorial de la estrella pasó a ser considerada con los valores 3° 22' (Manuel Figueiredo), 3° 27' (João Baptista Lavanha y Valentim de Sá) y 2° 42' (António de Naiera), siendo este último valor notablemente próximo del exacto, pues Naiera dice haber sido calculado hacia 1626[37]. Entre los autores españoles también pasa-

[36] Según P. Neugebauer, *Tafeln zur astronomische Chronologie,* Leipzig, 1912.

[37] *Navegación Especulativa y Práctica,* pp. 34 vt.° y 35 vt.°, Lisboa, 1628. Naiera, a

ron a ser considerados otros valores de la coordenada: 3° 8' (para Rodrigo Çamorano y Simón de Tobar) y 3° 27' (Andrés García de Céspedes, que estuvo de acuerdo, por tanto, con Lavanha y Valentim de Sá)[38].

Determinación de latitudes por la observación de otras estrellas

Cuando me referí a la utilización de la estrella «Guión» observada para la determinación de latitudes, adelanté que algunas estrellas habían sido aprovechadas con el mismo objetivo. Con la única excepción de la Crucis, para la cual se redactó un «regimiento», y aquí será analizado ese párrafo especial, las estrellas a las que se recurría debían ser fácilmente identificadas, al margen de conocérseles la declinación astronómica; su tránsito meridiano sería en todos los casos conocidos deducido de la orientación que tomaban otras estrellas, también reconocibles sin dificultad.

Para el caso de la estrella Meca su altura era la latitud, como se vio. En otros casos era indispensable proceder a sumas y sustracciones de ángulos. Pero al menos desde el astrónomo árabe Messahala, del siglo IX, existía un texto sobre el uso del astrolabio, traducido al latín en el siglo XIII bajo el título *De Compositione et Utilitati Astrolabii*[39], en el que se enseña el procedimiento a seguir para obtener aquella coordenada geográfica del conocimiento de una y de la observación de la otra de aquellas dos coordenadas astronómicas. Ibn Assafar, astrólogo-astrónomo de Córdoba, siguió su ejemplo en un tratado de la misma estructura escrito en el siglo XI, que corrió en versión latina de Platón de Tí-

pesar de haber escrito esta obra en castellano, se declara portugués. Hay una versión portuguesa del texto entre los manuscritos de la Biblioteca Nacional de Lisboa, con variantes en relación al texto impreso.

[38] Se esclarezca que en el tiempo que se puede decir haber estado en vigor el regimiento de las *Guías Náuticas* concurrirán con él otros «regimientos» con constantes diferentes: uno fue divulgado por Bernardo Fernandes (*ca.* 1550), otro por Fernández de Eciso (1519) Francisco Faleiro (1535); en el primer caso pienso que se trata apenas de retocar los redondeos hechos por el anónimo autor de la corrección, de un modo además arbitrario.

[39] Edición de R. T. Gunther, *Chaucer and Messahala on the Astrolabe*, en la colección Early Science in Oxford, vol. V, p. 223, Oxford, 1929. Transcribe un manuscrito del texto de la Cambrigde University Library, fechado en 1276.

voli[40]; en este último libro puede ser leído un párrafo en todo análogo a otro de Messahala, y cuya redacción es la siguiente: «Si queremos tomar la latitud de un lugar durante la noche, tomaremos la altura de una estrella en el momento de estar en el meridiano, y esperamos; después buscaremos su declinación con respecto al ecuador, y así procederemos como hicimos con el Sol». Quiere decir, siendo γ la declinación de la estrella y h su altura meridiana, la latitud del lugar sería dada por

$$\varphi = 90^\circ - (\varsigma - h) \text{ ó } \varphi = 90^\circ - (\varsigma + h),$$

conforme a la estrella fuese boreal o austral (véase la Figura 3). Es evidente que estas reglas están incompletas, porque apenas tienen en cuenta el caso del observador situarse en el Hemisferio Norte, además el considerado en la figura, que era el de interés para Messahala, para Ibn Assafar y para los astrólogos que los seguirán; todavía no era difícil completarlas para el Hemisferio Sur, en «casos simétricos» a los considerados arriba, y con expresiones idénticas para obtenerse los valores de φ y para todos los más casos, como diré que hizo João Baptista Lavanha.

Incluso esta solución fue mirada con desconfianza por algunos cosmógrafos teóricos; es el caso de Pedro Nunes, que tenía la opinión de que los navegantes conocían poquísimas estrellas («paucas admidum stellas cognitas habent»), mientras otros pensaban que era imposible tomar la altura de alguna estrella a bordo, como sabemos escribió el astrólo y médico maestro João, basado en su experiencia personal, en una carta que del Brasil mandó al rey don Manuel a finales de abril o inicios de mayo de 1500 (es «imposible tomarse la altura de ninguna estrella»); y era mismamente conclusivo por la negativa, pues dice «por poco que el navío se balancee se yerran cuatro o cinco grados, de tal guisa que no se puede hacer sino en tierra»; tal apreciación del error es claramente exagerada. A estas dificultades expuestas por los cosmógrafos teóricos —y no se puede negar que el balanceo del navío era una seria dificultad— añadían otras que ellos no refieren: el saberse el momento del paso meridiano del astro y, en el caso de usarse la ballestilla, mirar el horizonte por una de las dos caras de la sonaja durante la noche. En

[40] El texto de Ibn Assafar fue traducido al catalán por J. M. Millás Vallicrosa en *Assaig d'Història de les Ydees Fisiques i Mathematiques en la Catalunya Medieval*, pp. 24-49, Barcelona, 1931. A partir de esta obra damos la versión portuguesa del texto (en el original está en la p. 38).

cuanto a esta última dificultad, los pilotos supieron resolverla bien: bastaba colocar a la distancia de algunos metros del observador hacia el lado que era observada la estrella un candil ardiente puesto más o menos a la altura de los ojos de quien procedía a la operación; la mirada a la luz por la cara inferior de la sonaja definía una línea no muy apartada de un paralelo del horizonte, como se deseaba; en cuanto a la primera dificultad apuntada era ficticia, pues la altura de la estrella durante algún tiempo, antes o después de su tránsito por el meridiano, no sufría grandes variaciones. Y lo que dice Pedro Nunes es ciertamente tomado en sentido exagerado: los pilotos y hombres del mar, en general, tal vez no supiesen identificar muchas estrellas, pero reconocían las más importantes, y serían bien capaces de observarlas; el reparo del cosmógrafo mayor del reino de Portugal reflejará una especie de guerra sorda que existió entre él y los marineros y también los cartógrafos de su tiempo[41]. Mientras tanto, André de Avelar, que fue profesor en la Universidad de Coimbra, al final del siglo XVI, repitió el reparo de Nunes, mas tal vez sólo por el prestigio de su antecesor, pues nunca se interesó personalmente en la náutica de su tiempo.

Y no hay duda que se hacían en el mar observaciones de estrellas, para su uso náutico, porque existen de ello diversas pruebas. Cito algunas a continuación.

En un *Libro de Marinería*, cuya recopilación se atribuye a João de Lisboa, se refieren seis estrellas con los nombres en árabe y en latín y la indicación de las declinaciones de todas ellas, que son las siguientes: Axeviche o *Spica Virginis* (árabe o latín), o sea, la *α Virginis*, con 8° 15' de declinación meridional[42]; Vega o Altades, quiere decir, la *α Lyrae,* decinación 38° 38' norte[43]; la Denebadige (Deneb) o Caudasigiu o, aún Cauda de Serpente (en portugués), que corresponde a la *α Cysni*, con 43° 43' de declinación norte; la Ras Delavege (*sic*; sería Rasalhague) o *Capite Serpentarii*, también llamada Cabeza Septentrional (no se indica la declinación, mas la estrella es identificada con *α Orphiuci*, y tendría 13° 2' de declinación norte); Altair, *Aquila* o Águila (en portugués), de

[41] Traté hace poco del caso en un breve escrito titulado, exactamente, «Pedro Nunes y los hombres del mar de su tiempo», en *Ler Historia,* 1990.

[42] En el texto está septentrional, por evidente lapsus del recopilador; el valor correcto de la declinación sería 8° 30', austral.

[43] En rigor: 38° 28' N.

quien se avala la declinación en 7° 18' norte [44]; y Calbeatear (Calbatrab) o *Cor Scorpionis* (en portugués, Corazón de Escorpión), que es la estrella *Scorpionis*, indicándose como declinación 24° 36' sur [45].

Todas estas estrellas eran observadas sin dificultad, no sólo porque sus tamaños van de 0,4 (*α Lyrae*) a 2,5 (*α Orphiuci*), mas también porque, para varias de ellas, se dan en el texto indicaciones para poderlas reconocer más fácilmente en sus posiciones en el cielo; como, por otro lado, se indica la declinación de cada una, era posible obtener la latitud del lugar en que se observase su altura astronómica en el paso meridiano.

Tengo una razón para sospechar que la lista original sería más completa. Efectivamente, cuando se analizan las ascensiones rectas de las estrellas citadas, se verifica que ellas iban, en 1500, de 144° 45' (hacia la *α Virginis*) hasta 305° 7' (*α Cysni*), o sea, apenas cubren cerca de 110° de los 360° de ascensión recta posible, y no es creíble que la lista apenas incluyese estrellas de cerca de un tercio de todo el cielo; ahora, admitiendo que la lista, fuese completa, y tuviese astros esparcidos por todo el firmamento, ya la observación podría ser posible sólo a lo largo de todo el año, pues apenas para las referidas no serían observadas en una parte de él, pues culminarían en el curso del día, para un determinado lugar y durante teóricamente seis meses. La hipótesis que sostengo no es inconsistente, pues la lectura del *Libro de Marinería* de João de Lisboa, y especialmente a su primera parte, en que aquellas indicaciones están incluidas, es la consecuencia de una sobreimpresión de textos, hecha a veces arbitrariamente. Y si las arbitrariedades cometidas llevaron a repeticiones (del «regimiento del norte», por ejemplo, existen en el libro tres versiones), no menos podían haber conducido a la omisiónde la parte del manuscrito que iba a ser transcrito, pudiendo una de esas omisiones incidir sobre la lista de estrellas que de momento nos interesa.

Todavía, la lista de João de Lisboa no es única: Manuel Lindo, en un texto que se ocupó de la náutica astronómica [46] habrá sido el pri-

[44] Valor correcto: 7° 40' N.

[45] En verdad: 25° 11' S.

[46] Publicado por L. de Matos, *Un Livro de Marinharia Inédito*, Lisboa. Pienso que fue redactado poco después, alrededor de 1537, porque en él el autor reinvindica la autoría de ciertas ideas expuestas públicamente en aquel año por Pedro Nunes.

mero en presentar otra más bien extensa; y si puede ser dicho, con alguna razón, que su obra posiblemente no tuvo eco en los medios náuticos, a los cuales nunca, que se sepa, estuvo ligado, se reconoce que varios cosmógrafos del final del siglo XVI y del inicio del XVII le seguirán el ejemplo, e indicarán también un «regimiento» para, a partir de la observación de algunas de esas estrellas, llegar a la latitud.

Citaré algunos ejemplos: el primero data de 1595, cuando João Baptista Lavanha incluye en su *Regimiento Náutico*, editado en aquel año, un conjunto de reglas para saber «la altura del polo norte por algunas estrellas fijas»[47]. Y a partir de la divulgación de esta obra sólo excepcionalmente los cosmógrafos posteriores dejarán de ocuparse del asunto, siendo presentado en textos de Valentim de Sá (1624), de Manuel de Figueiredo (1608 y 1625), de Luís Serrão Pimentel (1673), de António Carvalho da Costa (1676)[48], y de Manuel Pimentel (1699 y 1712); y no estoy seguro de incluir todos en esta enumeración; los dos primeros citados utilizarán la lista de estrellas que divulgará Lavanha.

En todo caso, es de sospechar que la lista de astros y el «regimiento» para utilizarlos (del que me ocuparé dentro de poco) no tuvo gran aceptación por parte de los pilotos; sin embargo, si utilizaban estrellas, como mostraré, lo hacían esporádicamente; y eso explica que Lavanha antes de transcribir para su libro las reglas a seguir, ponga algún énfasis al explicar la ventaja de este recurso para obtener la latitud, animando a los pilotos que se adiestrasen en él. El cosmógrafo mayor dice, en efecto, que los pilotos se debían ejercitar en el reconocimiento de las 24 estrellas de su lista, escogidas de tal modo que cumplían su curso diurno aparente en las proximidades del Ecuador (sólo para dos de ellas, una de cada hemisferio, la declinación es superior a 30°); en la selección fue coherente con sus ideas sobre el caso, pues en su opinión bastaría que se recurriese a las estrellas «mayores más notables» que casi se encuentran en la línea del equinoccio, o que de ella se apartan poco.

Lavanha, con todo, parecía dudar de ser convincente en su texto; y por eso insiste en que, para que los pilotos se habituaran a distinguir

[47] *Regimento Náutico*, hoja 25 vt.° y ss., Lisboa. 1595.

[48] *Via Astronómica* (2 volúmenes), vol. I, Lisboa, 1575.

bien las estrellas de su lista, debían, cuando se encontrasen en lugar en que la latitud fuese conocida, ver en aquélla la hora del tránsito meridiano (para la fecha de la observación) y la declinación (valores que la tabla indicaba) del astro catalogado que se suponía era el observado, y proceder al cálculo de la latitud de acuerdo con las reglas del «regimiento» si la coordenada geográfica así obtenida coincidía con el valor ya conocido, se obtenía la seguridad de que era de hecho aquella estrella la que se quería conocer. La práctica debía ser varias veces repetida en tierra en cada uno de los 24 astros de que se componía la relación, siendo muy posible que los cosmógrafos pretendiesen que tal procedimiento formase parte de la enseñanza administrada a los pilotos; y, si así fue, lo hicieron con escaso éxito, como todo lleva a creer.

Señalaremos las reglas que componen el «regimiento» preparado por Lavanha (z y h designarán la distancia cenital y la altura meridiana de una estrella y φ la latitud del lugar).

1. Si el observador se encontrase al sur de una estrella de declinación meridional (observada, por tanto, y como se dice en el texto, de «cara al norte», o, paralelamente, si el piloto estuviese al norte de una estrella de declinación septentrional (quiere decir: «de la cara al sur»), sería

$\varphi = z + \sigma$ o $\varphi = (90^\circ - h) + \sigma$

en el Hemisferio Sur o en el Norte, respectivamente.

2. Si el astro estuviese en el Hemisferio Sur o en el Hemisferio Norte y el observador se situase, respectivamente, al norte y al sur de él, se tendría

a) Si $h + \varphi = 90^\circ$: $\varphi = 0^\circ$;

b) si $h + \sigma < 90^\circ$: $\varphi = 90^\circ - (h + \sigma)$ estando el piloto en el hemisferio opuesto de la estrella;

c) si $h + \sigma > 90^\circ$: $\varphi = (h + \sigma) - 90^\circ$, encontrándose el observador en el hemisferio del astro.

3. Si la estrella culminase en el cenit del observador ($h = 90^\circ$) la latitud sería igual a la declinación, y del hemisferio de la estrella. [Es de notar que esta última regla era indispensable; ella resulta luego del lado c) de la segunda regla, pues queda $\varphi = \varsigma$ para $h = 90^\circ$)]. Añádase que en el libro se dan ejemplos de la aplicación de aquellas reglas; y se nota que de este modo quedan completas las indicaciones de Messahala y Ibn Assafar.

Valentim de Sá [49] sigue a Lavanha muy de cerca, reproduciendo casi textualmente las reglas precedentes y las indicaciones destinadas a los marineros para que mejoraran su conocimiento del cielo; Manuel de Figueiredo [50] aprovecha, con alteraciones apenas formales, las reglas del *Regimiento Náutico*, pero omite ejemplos de su aplicación, y no se preocupa mucho en persuadir a los pilotos de que les era conveniente conocer bien «sus» estrellas. Éstas son las que Lavanha seleccionó y Valentim de Sá también pasó a su libro.

En un atlas anónimo, pero atribuido a Luís Teixeira y a João Baptista Lavanha [51] y fechado en el período 1597-1612, está incluida una hoja debida con seguridad al segundo de los autores (que además completó el atlas en el último año indicado, en donde se transcribió una lista de 40 estrellas, para aplicación del regimiento, además redactado en castellano); hay en general diferencias entre las coordenadas atribuidas a las estrellas apuntadas simultáneamente en el libro y en el atlas, pero no valdrá la pena perder más tiempo con esta particularidad; como no me detendré a señalar errores que existen en el *Regimiento Náutico* respecto a lagunas coordenadas atribuidas a las estrellas catalogadas (la Denel-Kaitos o *β Ceti* es apuntada con la declinación de 12° 29', sur cuando a partir de la obra de Neugebauer se calcula que sería de aproximadamente de 20° 12', también meridional), voy sólo a señalar las estrellas seleccionadas por João Lavanha, por los nombres que él usó y con su identificación, indicando entre paréntesis aquel que está hoy consagrado y el nombre también más vulgarizado entre los astrónomos hasta el siglo XIX (apenas tenemos dudas en cuatro identificaciones que señalamos con un punto de interrogación); las estrellas son las siguientes:

Vientre de Ballena (α Ceti o Denel Kaitos); Ojo de Toro (*α Tauri,* Aldeberán); Pie izquierdo de Orión (*β Orionis,* Rigel); Hombro derecho de Orión (*γ Orionis,* Bellatux); Perro Mayor (*α Canis Maioris,* Sirius); Cabeza de Apolo (*α Gemini,* Cástor); Cabeza de Hércules (*β Gemini,* Pollux); Perro Menor (*α Canis Minoris,* Procion); Resplandeciente de Hidra (*α Hydrae,* Alphara); Corazón de León (*α Leonis,* Regulus); Cabo de León [(*β Leonis* (?)]; Ala derecha Cuervo [(*α Corvi* (?)]; Es-

[49] *Regimento de Navegação*, hojas 35 y ss., Lisboa. 1625.

[50] *Hydrographia. Exame de Pilotos*, hojas 37 y ss., Lisboa, 1625.

[51] A. Cortesão y A. Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica*, vol. V, pp. 73 y ss., Lisboa, 1960.

piga de la Virgen (α *Virginis,* Spica); Arturo (α *Bootis*); Clara de la Balanza Austral (α *Librae*); Resplandeciente de Arianne (α *Coronae,* Gemma); Mano izquierda del Serpentario (α *Serpentis*); Corazón de Escorpión (α *Scorpii,* Antares); Aguila (α *Aquilae,* Atair); Cabo de Capricornio [(β *Capricornii (?)];* Boca del pez Austral (α *Piscis Australis,* Fomalhunt); Cabo del Ala de Pegaso (γ *Pegasi,* Markab); Punta del Ala de Pegaso (*Pegasi,* Algemi); y Cabeza de Andrómeda (α *Andromedae*).

Algunas de estas estrellas están incluidas en la pequeña lista de João de Lisboa. A pesar de todo, es de creer que el catálogo tuviese poca aceptación en los medios náuticos, y no porque los pilotos no reconociesen con mucha frecuencia los valores de latitud por observaciones estelares. Pienso que no seguían los consejos de Lavanha para el conocimiento del cielo; ellos distinguirían bien algunas de las más importantes estrellas y recurrían a los medios más precisos para saber los momentos de sus culminaciones. Veamos cómo.

***

Este hecho en verdad no ofrece dudas y de esto estamos seguros; basta retomar, una vez más, el testimonio de las páginas finales, ya antes varias veces referidas, de la edición de 1563 del *Reportório dos Tempos*, pues ahí se dice expresamente que los marineros recurrían o podían recurrir a la observación de estrellas; João Faras, el maestro João que don Manuel I mandó con Pedro Alvares Cabral para comprobar la precisión de la navegación astronómica, a pesar de exponer en su carta un parecer negativo, corrobora que tales observaciones constituían una práctica común, pues sólo así se justifica esta conclusión a la que llega: «para el mar es mejor regirse por la altura del Sol que por cualquier otra estrella»; por el contrario, don João de Castro aconsejaba que el recurso a la observación de alturas de las estrellas para determinar una latitud era preferible observar el Sol, cuando éste culminase próximo del cénit de la observación. Al margen de estas indicaciones, que se pueden considerar inseguras, porque apenas implican un consejo (otra es indirecta y una tercera cuidadosa en un caso especial), disponemos de comprobaciones de que el recurso a estrellas en el cálculo de latitudes fue efectivamente practicado, al final del siglo XVI y en el inicio del siglo XVII. Recúrrase, por ejemplo, al diario del viaje realizado en 1609

del reino hacia Goa, en la nave *Nossa Senhora da Piedade*, pilotada por Simão Castanho (piloto de renombre en su tiempo); en una hoja del diario que Castanho redactó puntualmente, se encuentra una observación escrita al margen en la que se declara haber observado una estrella de la constelación «Barca» (es la α de la Osa Mayor), habiendo obtenido de la observación la latitud, que después comparó con la latitud resultante de la observación solar; según esta observación, y de acuerdo con su registro, la coordenada era de «6 grados M(ás)[52] 1/3»; pero luego al seguir añade: «Con la ballestilla tomé (la latitud) esta noche en cuarto de prima por una estrella de la Barca, (el valor) 6 grados 1/3»[53].

Por otro lado, en 1597 se publicó en Holanda el *Tractaat vant Zeeboak-honden de Ronde Gebulte Paskaert* de Adriaen Veen, donde, además de escribir la llamada «carta globosa», que creía ser la solución ideal para la cartografía náutica[54], Veen indica un medio práctico de disponer el registro de los principales elementos de navegación, habitualmente anotados en los diarios de a bordo; el librito fue traducido para portugueses[55], encontrándose la traducción incorporada en el códice del Nacional Maritime Museum con la copia de dos obras de interés náutico del pie, de Francisco da Costa; tal vez fuese éste el traductor del texto flamenco, encontrándose la versión transcrita al final del manuscrito. Ahora en ese registro, entre las 14 determinaciones de latitudes supuestamente hechas lo mismo en el viaje dado como ejemplo, seis de ellas fueron obtenidas por observaciones de las estrellas siguientes: Polar (dos observaciones), *Cauda Leonis, Spica Virgins* (también dos observaciones) y *Cor Scorpionis* —siendo interesante anotar que estas dos últimas aparecen en la lista de João de Lisboa—.

Anteriormente indiqué cómo podía ser superada la dificultad de ver el horizonte durante la noche, cuando se recurría a la ballestilla para medir la altura de la estrella; el recurso está expuesto por Pedro de Me-

[52] Es evidente que la «M» del manuscrito también puede significar «menos»; la diferencia de las dos latitudes sería entonces mayor.

[53] H. Leitão, *Diários da Navegação del Reino para a India e da India para o Reino*, vol. I, p. 200, Lisboa, 1957.

[54] La «carta globosa» consistía en un hemisferio de razonables dimensiones donde se diseñarían con todo rigor las rutas.

[55] E. Crone, *Une Traduction Portugaise Inédite de Adriaen Veen, Cartographe Holandais*, Coimbra, 1965.

dina en su *Arte de Navegar*[56]. Otra dificultad hipotéticamente experimentada por los observadores, que resalta de los consejos dados por João Baptista Lavanha, sería la de saber la hora del paso meridiano del astro; entonces los pilotos resolverán este problema de un modo muy práctico, que se registra en algunos libros de marinería; el tránsito meridiano en todos esos casos es deducido de la orientación que simultáneamente tomaban otros astros, también conocidos por los pilotos. Veamos uno de esos casos.

En el *Libro de Marinería* de João de Lisboa[57] se lee esta anotación:

> Cuando de las cinco estrellas de la corona, las dos más lucientes estuviesen una con la otra norte-sur, está la estrella de abajo hacia la parte del norte de la línea 18 grados y 50 minutos.

Para Fontoura da Costa[58], la estrella «más luciente» y situada «debajo» sería sería la α *Corona Borialis* (o *Alphae*); tengo que admitir que hubo en la indicación del valor de la declinación del astro, que sería de 28° 50' norte, lapsus perfectamente aceptable, porque sería fácil al copista cambiar dos guarismos; pero también propone que la otra estrella más luciente fuese la β *Corona Borealis,* lo que no parece que haya que aceptar, porque la línea definida por esas dos estrellas pasaba entonces muy distante del Polo. Entre las estrellas más brillantes (pero no tan «lucientes» como la α de la constelación parece ser la ζ que más corresponde al enunciado. Admitamos que así fuese; todavía las indicaciones de João de Lisboa están incompletas, pues el piloto no dice cómo se debía obtener la latitud de la distancia cenital meridiana de la α *Corona Borealis* (complemento de la altura medida, h), y de la declinación conocida, o sea, indicaciones que se pueden resumen del siguiente modo, paralelamente a lo que acontece en otros casos:

Observador en el Hemisferio Norte:

a) Culminación al sur del observador: $\varphi = Z + 28^\circ\ 50'$.

b) Culminación al norte del observador: $\varphi = 28^\circ\ 50' - Z$.

Observador en el Hemisferio Sur: $\varphi = Z - 28^\circ\ 50'$.

[56] *Ed. cit.*, hoja 76 vt.°

[57] *Ed. cit.*, p. 41.

[58] *Marinharia dos Descobrimentos*, p. 146, Lisboa, 1960³.

Hay que notar, no obstante, que cuando el piloto se encontrase en las proximidades del Ecuador se podía ignorar al respecto del hemisferio en que se encontraba, dudando por eso en la elección de la expresión a usar para este caso.

Varias alusiones a estrellas bien visibles, y con el mismo objetivo, se encuentran dispersas en ese libro de João de Lisboa o entre otras recopilaciones del mismo tipo. Citaré algunas de esas estrellas: la Canopus, o la *α Argi,* que aparece dos veces mencionada en João de Lisboa; en la primera el piloto registra informaciones que le fueron prestadas por su colega Lourenço Marques [59]; se registra ahí la declinación de la estrella (con lapsus de copia) y a modo de deducir su tránsito meridiano por la orientación de las guardas del Crucero del Sur, de un modo que corresponde muy aproximadamente a la realidad. En otro pasaje del mismo manuscrito hay otra referencia a la Canopus, aunque con otro nombre: en el texto se lee que los pilotos, al navegar hacia el sur de la línea del equinoccio, debían conocer las estrellas «soell y solibar» (*sic*), contándolas entre aquellas que consideraba principales; A. Fontoura da Costa se equivocó al suponer, con dudas por cierto que las dos estrellas fuesen la *α* y la *γ Crucis* [60]; en verdad, los dos nombres son las designaciones árabes alteradas, o sea, Suhel y Selbar, que corresponden a las estrellas hoy por nosotros indicadas por *α Argi* (Canopus) y la *α Eridani* (Achernar). Para la primera habían sido dadas antes indicaciones acerca del modo de fijarla el paso meridiano indirectamente; para la segunda es de suponer que tal tránsito se dedujese del hecho de que las estrellas *α Eridani* y *α Centauri* se encontraran alineadas con el Polo, línea que sitúa igualmente a la *α Circini* (que, además, vemos anotada en un diseño que se incluye en la carta del maestro João, escrita desde Brasil).

En el *Libro de Marinería* de Gaspar Moreira [61] hay un «regimiento» del mismo tipo, y completo, para la estrella llamada del Timón de la Barca (*α Ursae Minoris*), hacia lo cual llamó en primer lugar la atención F. Leite Pinto, en 1929; en ese mismo libro hay referencias a dos es-

[59] Sobre este piloto ver A. Teixeira da Mota, «Nouveaux Elements sur le pilote Lourenço Marques», en *Studia,* vol. XI (1963).

[60] *Loc. cit.,* p. 124 y n. (117).

[61] *Le Livro de Marinharia de Gaspar Moreira*, ed. de Léon Bourdon y Luís de Alburquerque, Lisboa, 1977.

trellas de la misma constelación; una se supone que es la *Centauri*, y la otra no fue posible identificar. Tales referencias aparecen aún, en otros textos. Para todas ellas se indican reglas de utilización; cuando esto no ocurre, es de prever que existiesen, pero que no hayan sido transcritos. Y se vio arriba que la regla para el paso de la *α Eridani* por el meridiano en el lugar era de fácil reconocimiento; los otros tránsitos por el meridiano también lo serían.

Así se concluye que, sin recurrir a las listas de Lavanha y de otros cosmógrafos teóricos, y sin tener en consideración sus consejos, los pilotos disponían de sus medios para usar estrellas en la determinación de latitudes. No obstante, sí hubo entre ellos quien buscase una estrella que en el Hemisferio Sur tomase el lugar que en el Hemisferio Norte tenía la Polar; pilotos y cosmógrafos colaborarán en ello; en la primera solución (errada) fueron los primeros, quedando la segunda, y eso sin la mínima duda, como resultado de la colaboración de los cosmógrafos. En este sentido, voy a pasar a hablar del Crucero del Sur y de la Estrella del Sur, ésta la más de las veces olvidada.

El Crucero del Sur y la Estrella del Sur

En lo que hasta este momento redacté procuré demostrar que la navegación astronómica se inició por la observación de estrellas, con talvez excesiva primacía de la Polar; el recurso al Sol, en los orígenes de ese nuevo tipo de marinería (lo que implica la elaboración de sus «pautas» para determinados lugares) e incluso la observación de otras estrellas fueron ciertamente esporádicas o excepcionales. Si ello no quedó claro fue por mi exclusiva culpa y es oportuno recordarlo o repetirlo ahora.

Y se vuelve, de hecho, conveniente recordarlo porque, cuando los navegantes perdieron de vista la Polar, al aproximarse al Ecuador [62], su mayor preocupación parece haber sido encontrar en el Hemisferio Sur una estrella que pudiese tomar el lugar de aquella que habían «perdi-

[62] Teóricamente, la estrella debería ser vista en latitudes meridionales, al menos para algunas de las posiciones alcanzadas en su círculo polar; sólo así es prácticamente posible, porque habitualmente las nieblas no permitían o difícilmente permiten la observación de estrellas en las proximidades del horizonte.

do». Esto ocurre no sólo por el valor que tenía para los hombres del mar el recurso a la «estrella del norte», tal vez en parte por estar, desde hace mucho, enraizado el hábito de definirse por ella la orientación del rumbo norte-sur, años y años antes de ser medida como altura para responder a nuevas exigencias de la navegación. Se dio también porque, siendo alternativa y más práctica la observación de la altura del Sol al mediodía, la medida de esta coordenada solar no se podía hacer siempre, pues a veces el astro quedaba cubierto, o «no aparecía» (como anotaban los pilotos) a la hora del mediodía. En los diarios de a bordo hay innumerables explicaciones de este tipo para el hecho de no haber «tomado» el Sol, observación que se encuentra también repetidas veces en los equivocadamente llamados «ruteros» de don João de Castro. La estrella ofrecería en cada noche más de una oportunidad de conocer la coordenada geográfica.

El primero de quien sabemos que se preocupó en serio de las estrellas bien visibles cerca, o relativamente próximas del polo antártico, fue Alvoisa Ca da Mosto, como tienen subrayado diversos autores, y en especial Salvador García Franco[63]; y, en verdad, el navegante veneciano no sólo se refirió a la constelación a la que después se dio el nombre de Crucero de Sur (a la que llamó el «Carro del Sur», por analogía con el «Carro del Norte», nombre por el cual era a veces designada la Osa Menor), como la tendrá diseñado en el autógrafo de su narración. El diseño aparece escasamente aproximado a la verdad en las varias ediciones que tuvo la narrativa, y es posible (nunca lo confirmé) que así esté también en el más antiguo apógrafo que de ella disponemos. Pero lo mismo que en el original el diseño estaría correcto, es cierto que de esa anotación no resultó el aprovechamiento de cualquier estrella de la constelación para de ellas obtener latitudes.

Los viajes de Ca da Mosto se realizaron en 1454-1455, mas se admite que su relación sólo fue escrita, en la versión correcta que nos llegó, después de su regreso a Italia, en 1463; habrá utilizado apuntes y notas que fueron recopilados durante sus dos viajes. Y si de esta observación del Crucero del Sur ningún beneficio inmediato se derivó para la marinería, casi medio siglo después el astrólogo maestro João —como tuve oportunidad de subrayar— no acreditaba que a través de la me-

[63] *Historia de la Náutica*, vol. I, p. 161, Madrid, 1947.

dida de alturas de estrellas se pudiesen obtener latitudes con un rigor aceptable; por eso es de creer que diseñase algunos astros del cielo austral, como realmente hizo, más para satisfacer una demanda de don Manuel I, del que se cree que estaba convencido que de ellos se podía sacar algún provecho en navegación, lo que se nos presenta causa exclusiva de su diseño y de sus comentarios, cuando se ve en la carta que él estaba encargado expresamente por el monarca de obtener un conocimiento preciso de las «estrellas del sur».

Veamos cómo se expresa a este respecto en la carta-relación dirigida hacia Lisboa (traduzco el castellano poco cuidado del maestro João)[64]:

> Solamente mando a Vuestra Alteza como están situadas las estrellas del sur, mas no pude saber en qué grado está cada una, antes me parece que en el mar es imposible tomarse la altura de ninguna estrella (...); volviendo, Señor, al propósito, estas guardas nunca se esconden, antes andan alrededor sobre el horizonte, y a pesar de esto estoy dudoso, que no sé cual de aquellas dos más bajas sea el polo antártico; y estas estrellas, principalmente las de la Cruz, son grandes, casi como las del Carro (o sea, como dice, la constelación Osa Menor), y la estrella del polo antártico es pequeña como la del norte, y muy clara, y la estrella que está en lo alto de toda la cruz es muy pequeña (...).

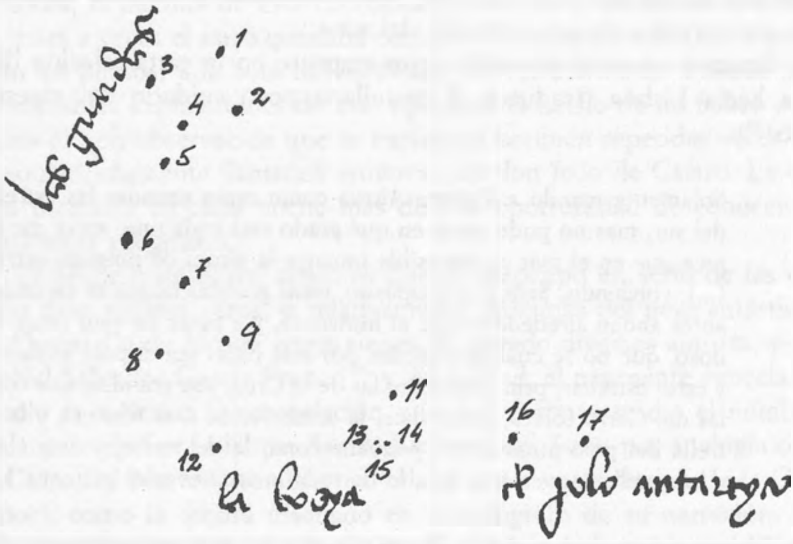
El texto está acompañado de un diseño del que seguidamente hablaremos.

No se puede decir que la carta del maestro João sobresalga por la claridad, y ha sido bastante criticada por historiadores modernos. Salvador García Franco, por ejemplo[65], llamó la atención hacia la afirmación de que nunca se escondieran las guardas de la constelación, lo que a su entender es incorrecto. Aún más, es evidente que la latitud de 17° Sur que se observó la afirmación del astrólogo, si no era verdadera para todo el año, lo era para la fecha de la observación (entre 23 y 28 de

[64] La carta fue más de una vez reproducida en facsímil; por ejemplo, por Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos*, hoja anexa a la p. 120, Lisba, 1960. Viene acompañada de lectura paleográfica de A. Baião y de lectura modernizada de L. Pereira da Silva.

[65] *Op. cit.,* en la nota n.° 62, p. 162, G. Ferrand fue otro crítico de la carta, en *Introduction à l'Astronomie Nautique Arabe*, p. 160, París, 1928.

abril de 1500); en verdad, el Sol tenía en ese período de cinco días una ascensión recta vecina de 70° en cuanto que la misma coordenada para las estrellas α γ *Crucis Guardas* del Crucero, eran entonces aproximadamente de 150°.



En mi opinión, las aparentes dificultades levantadas por la carta residen en otros pormenores. Primero: afirma ignorar cuál, entre las dos estrellas «más bajas», fuese la del Polo Antártico; y, por otro lado, aproxima el Crucero de la Osa Menor, pero las dos constelaciones estaban en situaciones bastantes diferentes, pues la estrella del norte (quiere decir: la Polar) tenía una distancia angular al polo de 3° 30', como sabemos, en cuanto que para cualquiera de las guardas del Crucero esa coordenada astronómica era de cerca de 30°. Después, y contradictoriamente, habla de la «estrella del polo antártico», cuando acaba de escribir que no distinguía cuál de ellas mereciese tal designación. Seguidamente debo hacer notar que si acaso se refería a la estrella del Polo Antártico como la más próxima del Polo de entre las estrellas

del Crucero, parece extraordinario que el maestro João no fuese capaz de distinguir la que estaba en esas condiciones, y, por último, es de extrañar, a no ser que su estrella del Polo Antártico no fuese una de las guardas (lo que tengo por cierto), que se diga que es muy pequeña la estrella situada en lo alto de la Cruz y al lado del Polo Antártico (por la redacción podía parecer ser la misma), siendo esta última pequeña pero «muy clara».

Para quitarnos estas dudas es mejor que identifiquemos las estrellas representadas por el maestro João (el diseño va reproducido en la figura 5); Luciano Pereira da Silva fue el primero que procuró hacerlo [66], logrando identificar algunas de ellas; posteriormente pensó haber podido concluir esa tarea, usando para eso la reproducción del cielo austral, hacia 1500 [67]. Se diseña enseguida, y se enumeraron todas las estrellas apuntadas en la carta dirigida a don Manuel; veremos de inmediato que el apunte del astrólogo sí limitaba las estrellas del Crucero, pues incluía sólo 12; son las siguientes, y tomamos como referencia la Figura 4:

1. *α Crucis*; 2. *σ Crucis*; 3. *β Crucis*; 4. *ξ Crucis*; y 5. *α Crucis* (están por tanto, las cinco estrellas más importantes del Crucero, incluyendo la *ξ Crucis,* de menor tamaño, que João de Lisboa dice estar «mortificada» al respecto de las otras). Después: 6. *α Centauri*; 7. *α Circini*; 8. *β Trianguli*; 9. *γ Trianguli; 10. α Trianguli*; 11. *α Apodis*; 12. *ζ Paconis*; 13, 14 y 15 serán, respectivamente, las *β, σ y γ Apodis*, muy próximas; 16. *χ Octantis*; y 17. *μ Hydri.*

Tal vez ahora se puede comprender que el maestro João, al hablar de las dos estrellas «más bajas» —tiene dudas sobre cuál estaría en el polo sur—, se refiera exactamente las dos últimas que citamos; son, de hecho, las más próximas a aquel punto de las esfera celeste, y sería natural que el astrólogo tuviese dudas sobre cuál de ellas se encontraba a menos distancia de él (el polo se situaba más o menos a media distancia entre ellas). Hay que notar que, después de mencionadas, y cuando en las cartas se habla de «estas estrellas», debe aludirse a todas las anotadas por él, pues enseguida explica que en las condiciones citadas entran «principalmente las de la Cruz» (las comillas son mías) quiere de-

[66] *Obras completas*, vol. I, p. 439, Lisboa, 1945.
[67] El *Livro de Marinharia de André Pires,* pp. 96-97, Coimbra, 1963.

cir que no era sólo a ésas las que la observación se refería. Al ser así la redacción de su carta, aunque precipitadamente, pasa a tener sentido.

De lo que en el texto se escribe resalta, de cualquier modo, una preocupación del astrólogo: la de identificar para el hemisferio austral un regimiento análogo al del norte. Esa idea vino más tarde a ser concretada por las estrellas de la constelación Octante, que él no registró y, con más éxito, también por las estrellas α y γ *Crucis*, que del mismo modo recordó aprovechar.

De los textos que llegaron a nuestro conocimiento, el primero que se ocupa del Crucero del Sur es el de João de Lisboa (1514), designado ya por ese nombre [68]. Entre los párrafos de esa recopilación referente a la constelación, que después pasarán en parte por copias a varias otras obras y al atlas (textos de André Pires y Bernardo Fernandes, una hoja de un atlas de Lázaro Luís, por ejemplo), uno de los más interesantes se encuentra copiado en el *Tratado de las agujas de navegar*, supuestamente debido a João de Lisboa, tantas veces citado en el texto de este libro.

En esas observaciones acerca del Crucero, bastante más largas de las del «regimiento» después vuelto habitual, se enseña a determinar la distancia cenital meridiana de las estrellas de la constelación (excepto la Crucis) y a aprovechar la coordenada en la determinación de latitudes; el pasaje constituye, por tanto, una de las primeras versiones del «regimiento del Crucero del Sur», pero aún no en su forma definitiva, y además de eso, con observaciones que nada tenían que ver con el principal problema en cuestión.

Las reglas, sin tales notas adulteradas, aparecen más tarde en el *Libro de Marinería* de Manuel Alvares, de mediados del siglo XVI [69]; en hojas del atlas de Lázaro Luís de 1563 (como dice); de otro de Bartolomeu Velho de 1568; en seis atlas de Fernão Vaz Dourado, fechados en 1568, 1570, 1575, 1576 y 1578 [70]; en el *Libro de Marinería* de Gaspar Moreira [71]; todas estas versiones difieren sólo en pequeñas modificacio-

[68] La constelación debía ser entonces muy observada; Adrea Corsali la representaría, en el 1515, en un escrito después publicado por Giovanni Battista Ramusio.

[69] *Vid.* edición de Luís de Albuquerque, p. 46, Coimbra, 1970.

[70] Estas hojas están en A. Cortesão y A. Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica,* respectivamente, vol. II, figuras 224 y 205, y vol. III, figuras 257, 276, 293, 346 y 327, Lisboa, 1960.

[71] Edición de Léon Bourdon y Luís de Albuquerque, París, 1978.

nes formales. Hay otros manuscritos que contienen el texto del regimiento, como es el caso del llamado *Códice de Bastião Lopes*, de autor anónimo [72] o el de un atlas también anónimo de *ca.* 1585 [73], donde la redacción fue sometida a pequeñas alteraciones. Sin embargo, la distancia polar de la α Crucis se fijó en el valor adoptado en los otros textos; no pretendo ser exhaustivo, pero debo resaltar que el «regimiento» aparece en su forma definitiva en el atlas de Vaz Dourado de 1568; aunque hay que hacer una observación: aquellos que transcriben sus reglas son hasta el tercer cuarto del siglo XVI sólo pilotos o cartógrafos, o sea, los hombres que tenían una relación más directa con los problemas de la náutica. Durante ese período de tiempo, no conozco en efecto, algún astrónomo-astrólogo teórico que se haya ocupado del regimiento, aunque más tarde lo viniesen a considerar, con buenos resultados prácticos, como se verá.

He aquí el texto del regimiento dado por el cartógrafo Vaz Dourado, en 1568, y que considero definitivo:

> Regimiento de la altura por el Crucero del Sur.
> Digo que tomando la altura por el Crucero del Sur, por la estrella del pie (α Crucis), siendo en 30 grados estaré en el equinoccio; y tomando menos de 30 grados, lo que tomase de menos, eso estaré del equinoccio hacia la parte del sur. Cuando tomaras esta altura, tendrás aviso que dejo por la estrella de la cabeza con la del pie en línea de norte-sur.

Comentemos brevemente estas reglas. Como se sabe, y ya en este libro se habló de ello, la dificultad que se presentaba en el aprovechamiento de la altura máxima de cualquier estrella para el cálculo de una latitud residía en el reconocimiento de la hora exacta en que llegaba al meridiano del observador, para serle medida a la altura en ese momento. Dícese, y es verdad, que tan gran rigor no era indispensable en el caso de la náutica; y que, por otro lado, el paso meridiano de muchas estrellas podía ser conocido por el rumbo simultáneamente definido por otros astros entre sí o con ella, y es lo que ocurre en este caso del Cru-

[72] Edición facsímil, con una introducción de L. de Albuquerque, p. 4, Prensa Nacional-Casa de la Moneda, Lisboa, 1987.
[73] *Op. cit.*, en la nota n.° 69, vol. III, p. 356.

cero: la estrella del pie del Crucero y la γ Crucis estaban en aquel tiempo prácticamente alineadas con el Polo, pues tenían como ascensiones rectas los valores *ca.* de 180° y *ca.* 181° respectivamente; y de aquí la recomendación final del texto: cuando la línea definida por las dos estrellas estuviese orientada en el rumbo norte-sur, cualquiera de ellas se encontraba prácticamente en el meridiano del lugar, precediéndose entonces a la medida de la altura de la α Crucis.

En las versiones del regimiento que João de Lisboa, André Pires y Bernardo Fernandes nos transmiten, esa condición de respeto para que las reglas fuesen aplicadas correctamente viene expresada de un modo aún más explícito e insistente. Se dice en estos textos que la observación de la estrella debería ser llevada a término cuando el Crucero «estuviese hecho» o «empinado», y luego se esclareció que sólo entonces las estrellas «de la cabeza y del pie» si situaban en «línea perpendicular» al horizonte, o sea, sólo entonces quedaban en «una línea directa con los polos del mundo»; y la importancia de estas instrucciones es subrayada cuando más adelante el anónimo autor del texto añade: «Y si (el Crucero) no fuera bien derecho, no lo tomes[74], porque es fuera de la línea con los polos».

Cuando la línea de esas dos estrellas «extremas» de la constelación alcanzase la orientación referida, el observador mediría la altura del pie del Crucero, o, como se lee en João de Lisboa, la de la «estrella más allegada al polo», a la que todos los textos atribuyen una distancia polar p = 30°; pero con cerca de un error de 18' por exceso (insignificante, por tanto), pues en 1500 el valor de esa coordenada era, según Neugebauer, de 29° 42'.

Siendo Z la distancia cenital meridiana superior de la estrella (la que en el texto se desgina también altura, porque la palabra indicaba entonces la verdadera altura y su complemento Z, indistintamente), es evidente que:

El observador se encontraba en el ecuador si $Z = 30°$; si $Z < 30°$, él estaría en el Hemisferio Norte y a la latitud $\varphi = 30°$ —y si $Z >$ 30°, observará en el Hemisferio Sur a la latitud de $\varphi = Z - 30°$; o sea, tal como se lee en el «regimiento». Por las fechas de los documen-

[74] En la copia de João de Lisboa está «no lo ves», lo que es un lapsus y ni tiene sentido; seguimos la transcripción de Bernardo Fernandes.

tos anteriormente citados parece desprenderse que sólo hacia mediados del siglo XVI la redacción del «regimiento» habría llegado a una expresión formal estable y generalmente adoptada. Pero se trata apenas de una versión, porque el texto tuvo otras, con particularidades que hay que señalar, y más adelante las referiré. Por ahora debo añadir algunas observaciones más al respecto de la versión que he comprobado y ciertamente es la más antigua. Así:

En primer lugar, hay que notar que, con el tiempo, el valor de la distancia polar de la α Crucis se alteró, de modo que el número regido tuvo que ser sustituido; eso fue tomado en cuenta por varios autores, mas en uno de los lugares referidos, en la hoja del atlas de Lázaro Luís, un desconocido corrigió el número en la segunda mitad del siglo XVII, explicando en una nota marginal que lo había hecho de este modo: «Enmendé la cuenta del Crucero poniendo 28° 30', en lugar de los 30° que estaban escritos, como traen los regimientos antiguos»[75].

En las hojas del atlas anónimo de *ca.* 1555 el «regimiento» está caligrafiado con letra diferente de la escritura de los restantes textos; se ve que la inclusión en el «regimiento» fue posterior a la preparación del manuscrito, habiendo sido añadido al «regimiento» en un espacio en blanco que quedará como de 27.

Al margen de eso, en el *Libro de Marinería* de Gaspar Moreira, depués del texto tradicional, se añade: «queriendo tomar la estrella de la Cabeza tiene de declinación (léase: distancia polar) 35 grados; y la guarda de oeste 34 grados y la del este 33 grados; y esto estando el Crucero hecho». Es de observar, ante todo, que son aquí designadas por guardas las estrellas β y δ Crucis; y que, además de eso, esas indicaciones también debían encontrase en la versión cuya copia por comodidad se atribuye a João de Lisboa (y, ciertamente, no lo fue, porque debe ser de mediados del siglo XVI cuando aquel piloto habría muerto un cuarto de siglo antes), pero sin haber quedado ahí suficientemente clara. Volveré sobre este aspecto.

También es de reseñar, por otro lado, que la carta del astrólogo maestro João muestra no haber él percibido cómo la constelación del Crucero podía ser aprovechada. Esto se verifica en 1500, pero en pocos

[75] Aún, no llegó a enmendar un valor de 30°, dado en el texto del «regimiento» como valor de la distancia polar de la α Crucis, en la última regla.

años transcurridos la situación se altera; en verdad, que las reglas del «regimiento» habían sido «experimentadas» por João de Lisboa y por Pêro Anes, precediéndose a su comparación con las reglas de la Estrella del Norte, cuando ambos marineros se encontraron en Cochim, donde verdaderamente podían ser vistas las dos constelaciones. João de Lisboa escribió [76]:

> Determiné hacer declaración del Crucero, por ser la más larga señal que todos tienen conocimiento; lo cual por muchas veces Pêro Anes, que Dios tiene, y yo, experimentamos muchas veces con el norte, y hallamos, estando en parte que bien vimos ambos las dichas señales, están en una línea con los polos del mundo; esto por una aguja, estando en Cochim.

Luciano Pereira da Silva [77] explicó la operación que los dos pilotos habían efectuado, y que se llamaba «bornear» (el término está en João de Lisboa) de la brújula por las estrellas. De hecho, para saber que «dichas señales» (la α y γ Crucis) estaban «en línea con los polos», deberán tener en cuenta que la Estrella Polar llegare al meridiano apuntándole entonces la caja de la aguja de navegar por las grietas existentes en sus paredes, junto a los puntos indicativos del norte y del sur de la graduación anterior; quedarán así al conocer la declinación magnética del lugar por ellos ocupado y, por tanto, la línea meridiana de ese mismo lugar; después verificarán que, cuando la línea determinada por aquellas dos estrellas del Crucero se disponga perpendicularmente al horizonte, se confundirá con la meridiana.

Se sabe que Pêro Anes era un piloto viejo y de larga experiencia (por ejemplo: acompañó en el ejercicio de su profesión al segundo viaje de Diogo Cão), y hay testimonios que se interesaba por el progreso del pilotaje. Uno de ellos se refiere exactamente a la observación del Crucero del Sur: se encuentra en una carta escrita de Cochim al rey don Manuel I por Pêro Fernandes Tinoco, fechada en el 18 de noviembre de 1505 [78]. Tinoco seguirá hacia la India en la armada de don Francisco

[76] Confrontamos el texto del *Livro de Marinharia* de Lisboa con el de André Pires, porque el primero contiene diversos lapsus; fueron corregidos.

[77] *Obras completas*, vol. II, pp. 335 y 359-360, Lisboa 1946.

[78] *Cartas de Alfonso de Albuquerque*, ed. de R. A. Bulhão Pato, vol. II, pp. 339-340, Lisboa, 1893.

de Almeida, salida de Lisboa en marzo de 1505; iba en ella como piloto mayor, Pêro Anes, ya patrón de carrera de la India desde el 13 de febrero de 1503. Tinoco, al hablar al rey del Crucero del Sur y del modo como lo usaron para saber la hora durante la noche, alude expresamente a las observaciones de Pêro Anes, por las palabras siguientes: «(...) y eso mismo vimos el sur más alto del que allá está el norte, el cual yo también conozco como el norte, y así le se sacar las horas y otros también, las cuales salen por la manera del norte; y no en el navío pintado a Vuestra Alteza porque el piloto mayor lo envía; únicamente, Señor, las Guardas andan allá las del norte al contario de las de aquí, no obstante ambas andan de una manera según el piloto me otorgó y Vuestra Alteza lo puede allá ver».

Del pasaje transcrito se ve que, más allá del regimiento de latitudes, existía un regimiento para saber por la constelación la hora nocturna; no me detendré en él. Comoquiera que sea, Pêro Anes ya antes se ocupará del Crucero, instruyendo sobre él quien, como Pêro Fernandes Tinoco, deseaba de João de Lisboa al oriente, pues este piloto sólo partió hacia la India como el maestro de la nave *Santiago*, que salió de Lisboa en 1506 bajo las órdenes del capitán mayor Tistão da Cunha.

Con fundamento Jaime Cortesão admitió en estos datos como extremadamente probable la primacía de Pêro Anes en la elaboración de este «regimiento» [79], lo que es de aceptar. Lo tenía establecido por lo menos en dos viajes, aparte del que hizo con Diogo Cão, cuyas rutas contarán el Hemisferio Sur: una hasta el oriente, anterior a 1503, que es citada en la carta regia con su moderación para el patrón de la carrera de la India; otra, la ya referida navegación del 1506, en que fue piloto mayor de don Francisco de Almeida. El célebre piloto habría muerto en 1508, como también plantea con veracidad Jaime Cortesão, pues en ese año él participó en la guarnición de Chaul, con don Lourenço de Almeida, en una batalla naval contra los turcos. Don Lourenço murió en ella, y el piloto corrió muy probablemente la misma suerte, visto que su nombre no aparece en las listas de los supervivientes reunidas por João de Barros [80]. Así, entre 1506 y 1508, João de Lisboa habría

[79] *História de Portugal*, ed. Damião Peres, vol. IV, p. 122, Barcelos, 1932.
[80] J. de Barros, *Da Asia. Decada II,* parte II, capítulo VIII.

aprendido de Anes el regimento, que después copió para su *Tratado de la aguja de navegar*, narrándolo como se vio, que lo «experimentara» con Pêro Anes.

***

Esta innovación, creación exclusiva de los pilotos portugueses, es un enriquecimiento de la náutica del siglo XVI; podemos seguir bastante de cerca no sólo su introducción en las tareas de los pilotos, sino también, como vamos a ver, alguna alteraciones que sufrió; y, al mismo tiempo, verificar que los pilotos tenían el texto del regimiento en buena cuenta, a pesar de haberse precipitado, de entrada, en cuanto al modo de agrandar su aprovechamiento. Haré en estos diversos sentidos, alguna observación más:

1. Veremos, en primer lugar, las ventajas que João de Lisboa le reconocía. Después de decir que cualquier piloto no encontraría en muchos casos condiciones para aplicar el «regimiento» del Sol, João de Lisboa observa [81]: «Y este Crucero es necesario a los navegantes, porque se confundían al cambiar las sombras [82], y no lo harían si tuviesen conocimiento del (Crucero del) sur, porque él les dirían donde son, y así a las veces tenemos el Sol perpendicular y no nos podemos aprovechar de la altura del Sol». La dificultad era real: cuando el Sol culmina en el cénit, o cerca del cénit del observador, se hacía imposible evitarla. El recurso a la observación de latitudes por estrellas se presentaba como el mejor medio de pasar la dificultad y João de Lisboa aconsejaba que se observase el Crucero del Sur, en el caso de que él fuese visible.

2. Debe igualmente ser referido que algunas versiones del «regimiento» prevéen la posibilidad de utilizar en la determinación de lati-

[81] *Livro de Marinharia, ed. cit.*, pp. 37-38. Corregimos lapsus, a partir de la copia de André Pires.

[82] João de Lisboa tiene aquí a la vista que en las reglas del «regimiento del Sol», adelante del Sol, si atendía al sentido de las sombras, para norte o para sur; cuando un navío pasaba por el paralelo aparentemente recorrido por el Sol, las sombras cambiaban (o cambiaban de sentido); eso ocurría, como es evidente, cuando el Sol culminase en el cénit del observador o próximo a él, lo que dejaba al observador incierto en cuanto al sentido de las sombras y, por tanto, indeciso en cuanto a la regla a usar. Don João de Castro se refiere a esta dificultad en el«Roteiro de Lisboa a Goa», en *Obras completas*, vol. I, Coimbra, 1968.

tudes las otras estrellas principales de la constelación (excluiía la ξ Crucis). Esa posibilidad fue luego apuntada por João de Lisboa, pero también se encuentra en los *Libros de Marinería* de André Pires, Bernardo Fernandes y Gaspar Moreira. Como las versiones de Lisboa y de Moreira presentaban entre sí diferencias, y en cierto modo se completan, transcribo las dos enseguida:

João de Lisboa[83]: «Y si quisieras tomar las otras (estrellas) también las puedes tomar, sabiendo su modo circular, a saber: la de cabeza tiene de distancia 35 grados; y los dos cabos tienen: la del este 34 grados, y la del oeste tiene de distancia 33 grados; y esto se entiende del polo del mundo austral».

Gaspar Moreira[84]: «(...) queriendo tomar la estrella de la cabeza tiene de declinación (quiere decir: distancia polar) 35 grados; y la Guarda de oeste tiene 34 grados, y la del este 33 grados; y esto estando el Crucero hecho».

No disponemos de ninguna prueba de que estas reglas fueran llevadas a la práctica; su transcripción en cuatro libros recopilados con seguridad por varios pilotos (y quizás aquellos a los que le son atribuidos nada o poco pueden haber tenido que ver con las recopilaciones), no responde afirmativamente a la duda; en esos cuadernos era transcrito todo y cualquier texto náutico, aunque quien los copiase no estuviese pensando en su utilización inmediata. Tiene que reconocerse que, por motivos antes presentados, concretamente que se tomasen las aquí llamadas guardas (β y ς Crucis) en las condiciones indicadas, no aparecía por eso un gran error en la latitud, pues los dos astros estaban próximos de sus pasajes meridianos.

3. Otra particularidad a anotar, y ésta de señal negativa para los hombres del mar, es el hecho de haberse buscado usar con la α Crucis y con el Crucero del Sur un aprovechamiento en todo semejante a aquel que se hace de la Estrella Polar y de la Osa Menor en el Hemisferio Norte. O sea, en el «regimiento del norte» (versión definitiva) se podían aprovechar las dos posiciones meridianas y seis posiciones más extrameridianas de la α Osa Menor; como es sabido, se indicaba, en cada caso la altura tomada para de ella deducirse la latitud del observador.

[83] *Ed. cit.*, p. 38.
[84] *Ed. cit.*, fol. 17 rt.°

Por analogía, luego se admitió que podía ser hecha de la misma manera con la Crucis. Y no creo que esta propuesta fuese de «señal negativa» por la idea en sí, sino por el modo enrevesado-simplista con que se pretendió ponerla en práctica. En este caso, faltó el avisado consejo de un cosmógrafo teórico. Como se verá, fue realmente uno de esos hombres quien muchos años después corrigió los errores de los marineros. Narraré seguidamente cómo.

La idea de usar la α Crucis con aquel fin (determinación de latitudes) tomándole la altura en posiciones extrameridianas, se transformaba hasta bastante atrayente, porque esas posiciones eran extremadamente fáciles de definir, visto que en ese tiempo, como se dice, la α Crucis y la γ Crucis definían conjuntamente entre sí los rumbos regimentales.

Ahora hay indicio de tentativas de un «regimiento del sur», en este sentido, en diversos textos [85], aunque casi siempre incompletos, y con errores de los que después hablaremos [86]. En la copia de João de Lisboa es esta la versión: «Y así se puede este Crucero tomar en todos los ocho lugares, dándoles en las líneas 15 grados arriba o abajo, según el lugar donde estuviera; de esta manera, como he dicho, harás con el Crucero como con el Norte.»

El texto está claramente cambiado; él habla inicialmente de ocho lugares, y después apenas cita seis —explícitamente el caso de las líneas e implícitamente los de la «cabeza» y del «pie»—; faltaban, pues, dos indicaciones.

El texto de Bernardo Fernandes es un poco más claro, al ser más completo; la redacción es la siguiente, y vamos a ver que completa el pasaje anterior: «Y de esta manera se ha de tomar (la estrella α Crucis) en todos los seis [87] lugares (extrameridianos), dando en las líneas los grados arriba dichos (15 grados), y en los brazos nada, por estar igual con el polo; y por esta razón usarás con ella (quiere decir: el Crucero del Sur) como con el norte.»

[85] J. de Lisboa, *loc. cit.*, p. 35; A. Pires, *loc. cit.*, p. 215; B. Fernandes, *loc. cit.*, p. 36.

[86] Que yo sepa, fue A. Fontoura da Costa el primer historiador en darse cuenta de este paso en la evolución del «regimiento» del Crucero del Sur; *Marinharia dos Descobrimentos*, p. 141, Lisboa, 1960.

[87] En el original está, por error «cuatro».

No hay duda, pues, que el autor o los autores de este escrito entendía o entendían ser posible obtener una latitud midiendo la altura de la α Crucis cuando ella definía con γ Crucis y, por tanto, con el Polo Sur, cualquiera de los rumbos principales o intermedios; en las líneas, o sea, en los rumbos intermedios (noroeste y nordeste; suroeste y sureste) se debía tomar sustractiva o aditivamente según los casos, 15° como diferencia entre la altura del Polo y la de la estrella; pero si ésta se situase al este u oeste de la del Polo, su altura era considerada igual a la de este punto de la esfera celeste.

De este modo «el regimiento» completo aunque con errores de los que enseguida hablaré podía resumirse así: siendo Z la distancia cenital tomada a la estrella y φ a la latitud del lugar de observación, tendríais:

Estrella observada en el rumbo	Indicación del «regimiento»	Fórmula a aplicar
Norte	cabeza	$\varphi = Z - 30°$
Nordeste y Noroeste	Líneas arriba de los brazos	$\varphi = Z - 15°$
Este y Oeste	Líneas	$\varphi = Z$
Suroeste y Sudeste	Líneas abajo de los brazos	$\varphi = Z + 15°$
Sur	Pie	$\varphi = Z + 33°$

Las nuevas reglas añadidas al «regimiento» y, repito, por «simpatía» con los enunciados del «regimiento del norte», pero recurriendo en este caso a la cuestión de simetría, habían de introducir en la práctica errores más fuertes que ese primer «regimiento».

De hecho, si la altura de la estrella fuese h ($h = 90° - Z$) y t el ángulo horario en el momento de la medida de h, la latitud de φ sería dada por

$$\varphi = h - p.\ cost + \frac{p^2}{2}\ tg\ sin^2 t,$$

siendo *p* la distancia polar de la estrella (complemento de su declinación), y llevando el desarrollo serie sólo hasta la segunda orden de *p*. Era aquella expresión más adecuada para la determinación de la latitud, pero con el inconveniente de que en el tercer término interferir φ era necesario conocer la misma latitud que se pretendía obtener. Entonces

el remedio para el caso, y no hay otro, es correr el riesgo de cometer errores (¡y se cometen!) pero en lugar de la expresión anterior, usar

$$\varphi = h - p \cos t$$

que, como se ve, no depende del valor de la latitud. Con lo que ocurre, mismamente usando esta igualdad simplificada, las correcciones a introducir a la altura de α Crucis en las «líneas», en vez de ser + — ó — + 15°, serían las de + — ó — + 21° aproximadamente; y también había de corregir las alturas tomadas en los «brazos» en cerca de + — ó — + 5° 30', para de ellas deducirse la latitud del lugar.

Bartolomeu Velho, en 1568, es el primero en dar señalar de que la solución apuntada antes estaba equivocada y escribe, aludiendo a la estrella del Crucero: «Estando la estrella de la cabeza con la del pie en línea nordeste-suroeste, y si entonces tomaras por la estrella del pie 21° $^1/_2$, los que demás fuesen, esos estarás de la línea del equinoccio para la parte del sur y se tomaras menos de 21° $^1/_2$, los que de menos fuesen, esos estarás del equinoccio hacia la banda del norte.»

El texto, que está incompleto, pues le faltan las referencias al caso de la estrella alcanzada a los «brazos», es muy posiblemente el resultado de una ayuda de cualquier cosmógrafo teórico, en este caso a intervenir con toda la razón; y lo digo porque es un tratado del castellano Andrés García de Céspedes [88], dedicado al arte de navegación, donde por primera vez aparecen, según mi conocimiento, los valores aproximadamente correctos: + — ó — + 28° 35' para los tránsitos meridianos; + — ó — + 19° 25' para la altura tomada a la α Crucis en las líneas; y + — ó — + 5° 38' para la misma estrella observada en los brazos. El cosmógrafo partió, en todo caso, de un valor errado de la distancia polar de la estrella; no era de 28° 35', como admitió, pero sí 29° 6'; los pilotos, atribuyéndole aún 30° no se equivocaban mucho más que él, pero en sentido inverso.

Si en esta forma el «regimiento del sur» aunque un error propuesto de los prácticos, se aproximaba al «regimiento del norte», la verdad es que no estaba la constelación a la que aquella estrella pertenece en las condiciones de la Osa Menor, en la que la Polar del Hemisferio Norte se integraba. La preocupación de los marineros que navegaban más allá de la línea del equinoccio sería la de encontrar una «Polar del Sur»,

[88] *Regimiento de la Navegación*, fol. 51 rt.°, Sevilla, 1606.

o sea, una estrella no muy distante del polo austral, que podía en el «nuevo hemisferio desempeñar el papel que la α Osa Menor tenía en el Hemisferio norte; esa preocupación es también, como se vio, la de un astrólogo teórico, el maestro João que don Manuel I envió a ese fin con Pedro Alvares Cabral y en la carta escrita del Brasil al rey llega él mismo a hablar de la estrella «del polo antártico». No sabemos si él quería referirse a la χ Octantis o a la μ Hydri, pues a pesar de ser la de la constelación Octante aquella que se encontraba más próxima del polo, la otra no estaba mucho más apartada de él; además de eso, el astrólogo la identifica con una estrella pequeña y ambas lo son, añadiendo tener un brillo comparable al de la Polar, lo que en rigor ninguna de ellas tenía.

Después del maestro João, otros astrólogos, y también pilotos, fueron encargados de hacer el reconocimiento del cielo austral por determinación real; y es el mismo don Manuel I quien alude a la importancia de esas observaciones, afirmando al rey católico que ellas llevarán al conocimiento del «polo antártico, el Canopus y muchas figuras de estrellas» [89].

Fue tal vez durante esas observaciones que los pilotos conseguir establecer un «regimiento», copiado para los libros de marinería de João de Lisboa, de André Pires y de Bernardo Fernandes y se desdobla en ocho reglas en todo análogas a las del «regimiento del norte», referente a un astro designado por «Estrella del Sur» [90]. Ese texto responde, sobre todo, a la preocupación antes referida; mas también es prueba del rigor con que algunos pilotos (el «regimiento» es anónimo, mas no es arriesgado suponerlo obra de un piloto) observaban el cielo.

Procurando restituir el texto a su forma original, por la comparación de las tres copias que de él conocemos, puedo presentarlo así:

«Éste es el regimiento de la Estrella del Sur, lo que la levanta y la baja; y hace en rueda, alrededor del polo, de alto a bajo, 10 grados.

Idem. Cuando las tres estrellas están en el pie, está la Estrella del Sur abajo del punto principal 5 grados.

[89] Propero Peragallo, *Carta d'El-Rei D. Manuel ao Rei Católico, Narrando-lhe as Viagens da India de 1500 a 1505,* p. 11, Lisboa, 1892.

[90] L. de Albuquerque, «Sobre la Determinación de latitudes por alturas de Estrellas...», en *Revista Portuguesa de História*, vol. IX, 1960, p. 177.

Cuando las tres estrellas fueran en la línea de arriba del pie, está la estrella delantera abajo del punto principal 2 grados y $^1/_2$.

Más se sabe que cuando las tres estrellas fueran en el brazo de este, está la estrella (del Sur) en su lugar.

Idem. Cuando las tres estrellas fueran en la línea del brazo, está la estrella arriba del polo 2 grados y $^1/_2$.

Cuando las tres estrellas fueran en la cabeza, está la Estrella (del Sur) arriba del polo 5 grados.

Y así has de saber que cuando las tres estrellas fueran en la línea noroeste y sureste está la estrella arriba del polo 2 grados y $^1/_2$.

Cuando las tres estrellas fueran en el brazo de oeste, está la estrella igual con su polo, en su lugar.

Idem. Cuando las tres estrellas fueran en la línea abajo del brazo de oeste, está la estrella (del Sur) abajo del polo 2 grados y $^1/_2$.»

Llegó a ser admitido que estos enunciados se referían al Crucero del Sur, lo que es posible; en el texto se dice que la Estrella del Sur (dos veces sólo llamada Estrella —y en ese caso añadimos la indicación— y una vez Estrella Delantera), «haz 10 grados de ruta alrededor del polo», dado que se confirma en dos reglas, pues estiman en 5° la distancia angular de la Estrella al Polo; entre 1550 y 1600 ninguna estrella del Crucero del Sur se encontraba en tales condiciones, pues la distancia polar fue siempre para todas ellas, y en aquel lapsus de tiempo, superior a 25°. Por otro lado, el «regimiento» dice, en todos los casos, que las «tres estrellas» llegaban simultáneamente a varias líneas del rumbo en las reglas indicadas; luego, o estaban las tres alineadas con el polo, o muy próximas, y ni una cosa ni otra se podía decir de cualquiera de las tres o cuatro reglas principales del Crucero.

Dejando a un lado esta constelación —porque las razones apuntadas son suficientes para que no insistamos, aunque sea un momento en una idea sin la mínima justificación— se debería buscar, y fue lo que hice, en el cielo austral una estrella que satisficiese las condiciones siguientes: estar cerca de 1500, o poco después, con otras dos más muy próximas del polo o, alternativamente, encontrarse en aquella fecha alineada con otros dos astros y el polo antártico; y tener de distancia polar en aquella época aproximadamente 5°.

Ahora bien: si nos diéramos al trabajo de buscar en el cielo austral tres estrellas en las condiciones indicadas, vamos a encontrarlas, y en verdad muy juntas, en la constelación hoy denominada Octante (y atrás

citada a propósito de una otra estrella): son las ahora designadas por γ 1, γ 2 y γ 3 Octantis, cabiendo de cierto el nombre de Estrella del Sur a γ 2; de hecho en el movimiento diurno aparente del cielo ella era, de entre las tres, la que en primer lugar llegaba al meridiano, y eso explica que en las reglas también haya sido designada por «Estrella Delantera», como se vio; por otro lado, de las tres estrellas indicadas era la que se situaba a una distancia polar más próxima de los 5° indicados en el «regimiento».

Las reglas fueron probablemente obtenidas de un modo empírico y con intromisiones de falsos principios de simetría, pues —tal como en versión «completa» y supuestamente correcta del regimiento del Crucero del Sur, antes se ha referido— se considera necesario corregir, para obtener la latitud del observador, la altura tomada a la estrella, cuando ella se encontraba en los brazos, teniéndose en consideración que los índices de corrección a adoptar para el mismo fin —cuando la estrella llegaba a las medias partidas— fuese en valor absoluto, igual a la mitad de la distancia polar de la estrella; tal como ocurre en la versión primitiva con ocho reglas del «regimiento» del Crucero del Sur, que estaba incorrecto, como se dice. Todavía, en el caso presente, en virtud de ser menor la distancia polar de la Estrella del Sur, el error cometido por el regimiento en el caso de si desplazar el término en p^2 de la expresión, ya por nosotros conocida,

$$\varphi = h - p.\ cost + \frac{p^2}{2}\ tg\ sin^2 t,$$

sería menor del que 20' de arco para valores de σ inferiores a 45° (norte o sur), límite nunca alcanzado en las condiciones en que los pilotos habitualmente se encontraban en la náutica portuguesa, incontestablemente a crear del «regimiento»; por otro lado, si la latitud se calculase a través de

$$\varphi = h - p.\ cost$$

el error de la latitud quedaría erróneo, como máximo, en cerca de 1°. Es necesario advertir, en todo caso,que las expresiones matemáticas que tenía a mano no eran conocidas, y por eso no fueron usadas en la época; pero nos permiten ahora tener una idea del rigor de la probabilidad del autor o de los autores del «regimiento», teniendo que reconocerse que ella es bastante satisfactoria.

Este «regimiento» sólo aparece transcrito en las tres obras citadas, lo que no quiere decir que no haya estado en otras recopilaciones del

mismo tipo o género diferente, hoy desaparecidas. De lo que hasta nosotros llegó se verifica que ningún cartógrafo lo insertó en hojas de sus atlas donde aparecen indicaciones de interés para las reglas del calendario y para el arte de la náutica, y que ni un solo cosmógrafo le acogió o siquiera lo mencionó de pasada en alguna de sus obras. Habiendo sido establecido posiblemente en el inicio del siglo XVI, cuando se buscaban en el Hemisferio Sur soluciones para la obtención de latitudes con recurso a estrellas (porque la observación meridiana del Sol podía fallar frecuentemente y se deseaba obtener en latitudes meridionales un regimiento en todo semejante al «del Norte»), el «regimiento de la estrella del sur» fue, y me repito, obra de algún o varios pilotos; y asusta pensar cómo él —o ellos— fueron capaces de seguir el movimiento aparente de las tres estrellas de la constelación Octante tan perfectamente, hecho de otro modo probado por las reglas transcritas, a pesar de los errores cometidos por una inoportuna causa, de que no podían dar cuenta fácilmente; y lo que nos sorprende es el hecho de las estrellas γ 1, γ 2 y γ 3 Octantis estén hoy clasificadas en la quinta grandeza, o sea, en el mismo límite de la visibilidad a vista desarmada. Esta razón nos muestra, con diferencia, que el «regimiento» debía ser de poca utilidad práctica; y tal vez esa sea una razón suficiente para explicar que fuesen, por lo que parece, tan poco divulgadas, y rápidamente olvidadas sin cualquier duda y dejadas de lado poco a poco.

Capítulo IV *

DETERMINACIÓN DE LA LATITUD POR EL SOL

LOS ORÍGENES MEDIEVALES DEL PROCESO. SUS FORMAS NÁUTICAS

Si el «regimiento del norte» (en su forma final de ocho reglas) y el «regimiento de la estrella del sur» (con indicaciones menos ciertas) son creaciones exclusivas de la náutica portuguesa, el primero en el siglo XV y el segundo —como mucho— hasta el final del primer cuarto del siglo XVI, escribí antes que la utilización de otras estrellas en la navegación fue sugerida por ciertos libros medievales; cité dos de ellos, escritos por los astrólogos Messahala e Ibn Assafar, donde está referida la determinación de latitudes a partir de alturas meridianas de estrellas cuya declinación astronómica se conocía. Y añadí que el aprovechamiento del Sol en los primeros pasos de la navegación astronómica podía radicarse en datos medievales, en especial en tablas con alturas solares meridianas del astro en determinado lugar; se les daba el nombre de «pautas» del Sol, y aparecen dos versiones de ellas en los *Almanaques Portugueses de Madrid* de mediados del siglo XIV, aunque entonces no fuesen de hecho usadas con fines náuticos.

Ahora bien, cuando poco después de 1480 se comenzó a pensar en el uso de la observación meridiana del Sol, supuesta la existencia de una tabla que facilitase la necesaria declinación solar, el problema se encontraba exactamente en las mismas condiciones del recurso a estrellas; o sea, había textos medievales, y en algunos casos hasta los mis-

* Este capítulo carece de notas, pues el autor no pudo prepararlas. Se ha elaborado una lista de obras de referencia que se incluye al final del capítulo (N. del Ed.).

mos, que también enseñaban cómo resolver el problema; y hay que señalar que esos escritos, como en el caso de las llamadas «estrellas fijas», tampoco eran satisfactorios, por no responder a todos los casos de interés. Más allá de eso, el conocimiento de la declinación era proporcionado por una vía indirecta y poco práctica, y el instrumento para observar el Sol —cuando se prefirió con diversas ventajas—, el astrolabio (el cuadrante, y después la ballestilla también se usarán), fue sometido a alteraciones que lo adaptaban a un mejor uso en el mar. Todo esto quiere decir, en resumen, que el «regimiento del Sol al mediodía» sufrió una evolución más bien exigente y elaborada que los otros medios que permitirán la determinación náutica de latitudes. Me ocuparé, por tanto, exclusivamente de esa evolución.

Dije, y repito ahora, que tuvimos textos de astrólogos y astrónomos medievales, redactados en árabe o hebreo, y también en romance, aún antes de entrar en el siglo XV, en el que se enseñaba a resolver nuestro problema: determinar la latitud del observador a partir de la mayor altura tomada al Sol (altura meridiana o altura meridiana local) desde que fuese conocida la declinación en la fecha en que se procedía a la observación. Se trataba del problema antes planteado para cualquier estrella fija e identificable sin dificultad, siendo su tratamiento prácticamente el mismo. Existía apenas una pequeña diferencia, que es conveniente subrayar: en cuanto la declinación de una estrella «fija» se mantenía inalterada, la declinación del Sol —que en la apariencia recorría la eclíptica durante un año— variaba de día en día, lo que iba a colocar el problema en condiciones un poco más complejas.

Los textos medievales no hablan de esa dificultad cuando se ocupan de las reglas para la resolución del problema. Así ocurre con el capítulo referente al asunto que encontramos en el antes referido tratado *De Compositione et Utilitate Astrolabie* de Messahala, el más antiguo texto que, según mi conocimiento, se ocupa de este problema. En el capítulo XXI de la obra, el astrólogo árabe trata, como dice, de la «altura del polo o altura de una región», divulgando tres reglas aplicables a los casos en que el Sol estaba en la línea equinoccial (equinoccio de primavera y del otoño) en el Hemisferio Norte o en el Hemisferio Sur; con sus enunciados correspondientes a las siguientes expresiones (como habitualmente φ es la latitud del lugar, h la altura meridiana del Sol, y δ la declinación de este astro en la fecha de la observación):

$\varphi = 90^\circ - h$ para el Sol en la línea equinoccial;
$\varphi = 90^\circ - (h - \delta)$ para el Sol en el Hemisferio Norte;
$\varphi = 90^\circ - (h + \delta)$ para el Sol en el Hemisferio Sur;

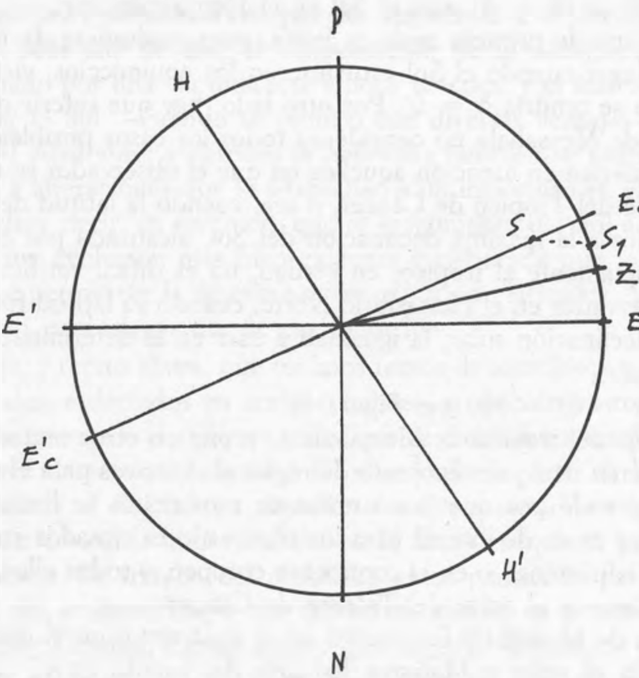
Nótese que la primera regla es inútil, pues cualquiera de las dos otras tiene lugar cuando el Sol estuviese en los equinoccios, visto que en este caso se tendría $\delta = 0^\circ$. Por otro lado, hay que referir que los enunciados de Messahala no consideran todos los casos posibles, visto que apenas tienen en atención aquellos en que el observador se encontrase al norte del Trópico de Cáncer, o sea, cuando la latitud del lugar fuese superior a la máxima declinación del Sol, alcanzada por el astro al llegar exactamente al trópico; en verdad, no es difícil verificar que, para un observador en el Hemisferio Norte, cuando su latitud fuese inferior a la declinación solar, la igualdad a usar en la determinación de la latitud sería:

$\varphi = (h + \delta) - 90^\circ$ (ver Figura 6).

Esta hoja del tratado de Messahala se repite en otros textos arcaicos que refieren cualquier conjunto de reglas alternativas para el mismo fin; se comprende por qué: los autores de esos textos se limitaban a considerar los casos de interés para los observadores situados en el interior del Mediterráneo o en el continente europeo, y todos ellos se encontraban siempre al norte del Trópico de Cáncer.

El libro de Messahala fue escrito en el siglo VIII o en el inicio del siguiente. En el siglo X Malasma hablaría del asunto en el capítulo XXVII de su *Tratado del Astrolabio*, y en el mismo siglo Abulsat de Denia se ocupaba del problema en un libro con el mismo título del de Malasma, y para más señas, también en el capítulo XXVIII. En el siglo XI fue tarea a la vez de Ben Assafar transcribir con pocas alteraciones el escrito de Messahala, que poco tiempo después fue traducido al latín, como sabemos, por Platón de Tívoli (uno de los prolíferos traductores medievales de obras con interés científico redactadas en árabe o hebreo).

Esta versión latina se extendió extensamente en los medios culturales europeos en los siglos inmediatos, siendo traducida a lenguas vulgares. Puedo citar aquí dos casos: la conocida traducción inglesa, estudiada por Gunther, debida al poeta Geoffrey Chaucer, que se dedicó al trabajo de esa versión para usarla en la educación de un hijo al que quería transmitir algunos conocimientos de cosmografía; y una traducción castellana, de autor desconocido, que Millás Vallicrosa estudió hace unos setenta años. No tenemos información, de momento, que otras



versiones, y en otras lenguas, hayan aparecido, pero es más probable que tal hecho haya ocurrido.

No fueron apenas los tratados sobre la construcción y el uso del astrolabio las únicas obras en transmitir aquéllas y otras reglas análogas, ni apenas se divulgarán en Europa por traducciones de escritos de autores árabes o judíos. Autores cristianos, u obras reunidas sobre orientación cristiana, también se ocuparán del mismo problema. En el primer caso se encuentra el *Tratado del Cuadrante* del maestro Roberto Angles, y en el segundo están los *Libros del Saber de Astronomía*, verdadera enciclopedia del saber astronómico de la segunda mitad del siglo XIII, libros que fueron coordinados por la determinación del rey Alfonso X de Castilla (de justo sobrenombre el Sabio), y en que trabajaron astrólogos árabes, judíos y cristianos.

En textos reunidos por orden de Alfonso X se encuentran hasta dos versiones del «regimiento» para la determinación de la latitud por el Sol; y en una de ellas se procuró justamente completar el texto que andaba más desperdigado, y de modo satisfactorio, se le añadieron nuevas reglas que atendían a otras posibles situaciones del observador y a la superficie de la tierra. Todos los enunciados de esta nueva redacción se basan en las posiciones relativas de la línea equinoccial, del Sol y del operador, sin referirse —por no haber necesidad de hacerlo— al hemisferio en que se operaba. Por cierto, su autor apenas tenía en cuenta observaciones hechas en el Hemisferio Norte, a las que las reglas respondían en todos los casos; pero no hay duda que ellas también podían ser aplicadas en el Hemisferio Sur, que entonces —en general— se pensaba deshabitado y sobre el cual había ideas bien poco seguras.

Las cuatro reglas que componen ese texto son las siguientes (el significado de las letras continúa siendo el antes indicado):

1.ª Sol en el ecuador (su declinación sería $\delta = 0^\circ$)

$\varphi = 90^\circ - h$

2.ª Sol culminando en el cenit del observador (y en ese caso $h = 90^\circ$).

$\varphi = \delta$

3.ª Si la sombra del Sol se proyectase hacia el lado de la latitud de la ciudad (hacia el norte, en el lado que interese para la aplicación de las reglas) debían ser considerados dos casos:

a) Siendo la declinación del Sol del lado de la latitud.

$\varphi = 90^\circ - h + \delta;$

b) Si la declinaión del Sol del hemisferio opuesto a la latitud.

$\varphi = 90^\circ - h - \delta;$

4.ª Si la sombra se orientase hacia el lado de nombre opuesto al del hemisferio del observador.

$\varphi = h + \delta - 90^\circ$

Los enunciados —hemos de notar— nunca precisan el hemisferio en el que se encontraba el observador o en que se situaba el Sol; por ejemplo, la regla de la línea b) del tercer enunciado refiere que el Sol debía proyectar sombras hacia «la parte de la ladeza (o sea: latitud) de la villa», y que b) sería cuando la declinación solar fuese «en otra parte de la ladeza de la villa»; y lo mismo en los restantes casos. Esto confería a los enunciados un carácter universal (o sea, también podían servir para el Hemisferio Sur), característica que los anteriores no tenían.

Podía alargarme en esta materia, pero pienso que no es necesario. Lo que señalo es suficiente para mostrar que no faltaban a los astrólogos portugueses —en su mayoría judíos— informaciones de varias procedencias sobre la manera de obtener la latitud por la observación del Sol a mediodía, cuando el desarrollo de la náutica practicada en el reino de Portugal como tal lo exigiese; aunque es bueno insistir: ¡cuando, de hecho, la náutica lo pidiese! Y ni es necesario admitir que don Dinis recibió de su abuelo, el rey Alfonso X de Castilla, una copia de los *Libros del Saber de Astronomía*; es mera hipótesis que fue sustentada por algunos autores, nombradamente Armando Cortesão, pero que ningún dato encontrado hasta hoy dio siquiera como probable. No conociendo esa obra —y podían haberla conocido por otras vías, que no a través del hipotético ejemplar que habría estado en posesión de don Dinis— ellos tenían varios textos a su disposición que podrían instruirles a tal respecto. Ocurre que tales reglas no hacían parte del patrimonio de conocimientos normales de cualquier astrólogo. En los textos náuticos del inicio del siglo XVI el regimiento apareció en dos versiones de la *Guía de Munich* y otra de la *Guía de Évora*, estando completas apenas dos: la de la última guía citada, y la segunda (en el orden de lectura), que se encontraba de la primera guía.

Si nos interrogamos cuál habría sido la más antigua de estas dos versiones náuticas y completas del «regimiento», no me parece difícil encontrar razones para apuntar que es la segunda de las dos que pueden ser leídas en la *Guía Náutica de Munich*; un análisis atento del texto nos sugiere que las reglas relativas en el caso del observador situado en el Hemisferio Sur habrían sido añadidas a un escrito anterior, en relación al cual son, por tanto, un adelantamiento. Esta idea, sugerida por primera vez por Luciano Pereira da Silva, tiene por justificación el hecho de los enunciados referentes a esos casos, si se presentaran de un modo completamente independiente de los restantes. Además, la misma guía parece subrayar esta característica de añadido tardío, pues separa claramente unas reglas de otras, advirtiendo: «de la línea equinoccial por delante hacia el sur es el regimiento por el contrario». Es cierto que las últimas reglas se deducían de las anteriores apenas por simples —pero convenientes— cambios de palabras; mas, a pesar de eso, la dicotomía es evidente.

Por tanto, ésta debe ser, muy probablemente, la más antigua versión de las que fueron usadas por los pilotos, y tiene en cuenta todos

los casos posibles, aunque no es probablemente la primera que fue presentada en la náutica del siglo XV; la misma *Guía de Munich* presenta otro «regimiento» diferente que debe ser anterior a cualquiera de los dos hasta el momento citado, y no sólo por sus deficiencias sino también por su localización en el folleto, pues fue incluido en él en primer lugar. En verdad, es de suponer que la guía haya sido impresa a partir de cualquier cuaderno en que alguien hubiese reunido todas las reglas o textos de interés náutico, a medida que de ellos se tenía conocimiento; y a veces con repeticiones y hasta con «desencuentros» y errores, como ocurre con frecuencia en manuscritos de libros de marinería.

Este «regimento» está constituido por cinco reglas, pudiendo las cuatro primeras (que atienden al hemisferio en que el Sol se encuentra, la posición del observador en relación al Sol y a la orientación de las sombras al mediodía) ser resumidas de este modo:

1.ª Sol en el Hemisferio Sur, observador al norte del Sol y sombras hacia el norte:

$\varphi = 90^\circ - (h - \delta);$

2.ª Sol en el Hemisferio Sur, observador al norte del Sol, y sombras hacia el norte:

$\varphi = (h + \delta) - 90^\circ;$

3.ª Sol en el Hemisferio Norte, observador al norte del Sol y sobras hacia el norte:

$\varphi = 90^\circ - (h - \delta);$

4.ª Sol en el Hemisferio Norte, observador al sur del Sol y sombras hacia el sur:

$\varphi = (h + \delta) - 90^\circ;$

Hay dos pormenores a destacar: las reglas son redundantes, vista la indicación del sentido de la sombra al ser dispensable, en virtud de que sí se supone conocida la posición del observador en relación al Sol; por otro lado, ellas apenas son aplicables en el caso en que el observador y el astro se encuentran en el mismo hemisferio. Este pormenor es el más importante, porque el piloto podía ser engañado; así, y como ejemplo, la igualdad de la segunda regla indica que no podía ser aplicable si acaso el observador se encontrase en el Hemisferio Norte, porque entonces sería

(I) $\varphi = 90^\circ - (h + \delta);$

y análogamente para la igualdad de la 4.ª (pero es claro que estando, —en este caso—, el observador en el Hemisferio Sur).

En cuanto a esta última observación debo añadir que, si se navegaba en las proximidades del Ecuador, sería muchas veces difícil saber en qué hemisferio se encontraba el navío; por tanto, tal observación no ofrecería dificultades según la operación a ejecutar; de hecho, la primera que se escribió era de uso si $h + \delta > 90^\circ$, y la segunda cuando $h + \delta < 90^\circ$. En el texto no está registrada la segunda expresión, no pudiendo ser dada, en consecuencia, cualquier instrucción acerca de las circunstancias en que de ella se debía hacer uso. En todo caso, se esclarece que la aplicación de la igualdad referida como 4.ª regla apenas sería hecha cuando $h + \delta > 90^\circ$.

La quinta regla del «regimiento», hasta aquí no considerada, atiende exactamente a los casos en que $h + \delta < 90^\circ$; pero está oscura en el texto, pues no llega a referir las operaciones indicadas en (I), ni dice de modo expreso cuándo debía ser aplicada. El texto es el siguiente:

> Y estos son los signos en que está el Sol de la banda del sur de la equinoccial. En cuanto el Sol estuviera en estos signos, añadirás a la declinación sobre la altura del Sol, si tú estuvieras al norte de la equinoccial.

Tales palabras parecen indicar (Sol en el Hemisferio Sur) que autorizan completando las dos primeras reglas, y más aún la segunda; pero falta añadir cómo se llegaba al valor de la latitud enteramente análoga.

El regimiento, por consecuencia, no sólo conduce a dudas en cuanto a las condiciones de aplicación de ciertas reglas, porque no está completo. Es de creer, por tanto, que apenas se divulgase; y, en verdad, no encontramos de él cualquier otra copia.

La segunda modalidad de «regimiento» que encontramos en la misma guía por el contrario, aparece repetida en varios otros textos, nombradamente en la *Suma de Geografía* de Fernández de Enciso, en el *Libro* de Francisco Rodríguez, en el *Livro de Marinharia* de André Pires y en la guía manuscrita existente en la Biblioteca de Wolfenbüttel. Pero hay diferencias entre las redacciones, y algunas son para tenerse en cuenta.

Antes de eso, una observación: Fernández de Enciso copió probablemente de la guía este segundo «regimiento», pero al margen de eso, algunos ejemplos que, para explicación de su uso, de inmediato se le siguen y cometió ahí una anomalía: para obtener las declinaciones del Sol usó las tablas que vienen en la guía, y no aquellas que publicó en su libro; y de inmediato tal hecho se nota, porque el cosmógrafo afirma

en ese pasaje que las tablas solares se iniciaban en el mes de marzo, cuando anteriormente reprodujo tablas cuatrienales iniciadas en enero.

Por otro lado, la guía manuscrita de la famosa biblioteca alemana no presenta el texto del «regimiento», sino sólo los ejemplos que ilustran sus reglas, ejemplo que son exactamente los mismos de la *Guía de Munich*. De las tres restantes copias parece ser la del *Libro* de Francisco Rodríguez la más antigua (a pesar de la recopilación datada *ca.* 1513 y la edición del guilhe ser anterior, tal vez de 1509); el orden cronológico que propongo para los textos destaca, a mi entender, por ser más cuidada la redacción de la guía que en el libro, como se puede fácilmente comprobar cotejando los dos textos correspondientes de uno y otro:

Libro	*Guía de Munich*
Habéis de saber que si el Sol estuviera entre vosotros y la línea, habéis de sacar la declinación de la altura por esta manera; pongo el ejemplo: que tomastes de la altura del Sol sesenta grados, miraréis entonces cuando os falten para noventa, creéis que os faltan veinte (si) arrojáis fuera los sesenta que tomaste de la altura del Sol y los veinte que os quedan, juntaréis con la declinación de aquél día en que estuvieras, y eso estaréis apartados de la línea equinoccial.	(...) En este tiempo con el Sol en sus signos que están de la equinoccial hacia la banda del norte (...) y la sombra te hiciera el norte, sacarás la altura que tomaste de noventa; y lo que quede adjuntarás a la declinación que hallarás, y cuantos grados (y) minutos fueren, tanto estás apartado de la línea equinoccial hacia el norte.

El procedimiento indicado en el ejemplo concreto de Francisco Rodríguez —de otro modo diferente del presentado para el mismo caso de la guía de Wolfenbüttel— no atiende a las sombras ni al hemisferio ocupado por el Sol en cualquiera de las reglas de la *Guía de Munich*, pues en ambos casos se mandaba proceder al cálculo por la igualdad $\varphi = (90^\circ - h) + \delta$; todavía, las indicaciones que en el *Libro* preceden al ejemplo llevarían a un cálculo difernte, que corresponde al uso de $\varphi = 90^\circ - (h - \delta)$, lo que tal vez se trate de una reminiscencia de la primera versión de la misma guía, pues eso, en verdad, indica para el mismo caso el segundo procedimiento.

Este segundo y definitivo «regimiento» de la *Guía de Munich* se compone de seis reglas, tres para el observador en el Hemisferio Septentrional y otras tantas cuando la observación fuese hecha en el Hemisferio Austral, las tres últimas presentadas en absoluto paralelismo con las tres primeras. Las seis reglas del «regimiento» pueden ser abreviadamente presentadas de forma siguiente:

Observador en el Hemisferio Norte

Sombra hacia el norte: $\varphi = (90° - h) + \delta$ (1.ª)

Sol al norte del Ecuador

Sombra hacia el sur: $\varphi = (h + \delta) - 90°$ (2.ª)

Sol al sur del Ecuador: $\sigma = 90° - (h + \delta)$ (3.ª)

Observador en el Hemisferio Sur:

Sombra hacia el sur: $\varphi = (90° - h) + \delta$ (4.ª)

Sol al sur del Ecuador:

Sombra hacia el norte: $\varphi = (h + \delta) - 90°$ (5.ª)

Sol al norte del Ecuador: $\varphi = 90° - (h + \delta)$ (6.ª)

Se verifica el emparejamiento de reglas, (1.ª - 4.ª, 2.ª - 5.ª y 3.ª 6.ª), así como de los casos apuntados en las notas; es natural: las observaciones eran hechas en las mismas condiciones en relación al Sol en uno y otro hemisferio. Por otro lado, la dirección de la sombra de los objetos al mediodía, en el lugar de observación, indicaba o debía indicar siempre la posición relativa entre el Sol, en el caso considerado en la tercera regla, el observador estaría entre el Sol y el Ecuador y el observador. Así, en cuanto en las reglas, el piloto se encontraba al norte del Sol y el Ecuador. Esto teóricamente, porque en la práctica podían surgir situaciones poco claras, que levantaban dificultades en la selección de reglas a usar, y por eso la *Guía de Évora*, por ejemplo, dice expresivamente que se debía hacer a «cuenta del Sol» o al «son de las sombras». Ahora, el sentido de la sombra no siempre era fácil de reconocer sin dudas, en caso de que el sol culminara en las proximidades del cénit del lugar de observación. Esta dificultad, a pesar de ser después transferida con otras redacciones del «regimiento», aún en tiempos de don João de Castro se presentaba a los pilotos, que de cierto se regían por aquél o por otro regimiento semejante. El futuro gobernador de la India anotaba el hecho en 1538 en su *Roterio de Lisboa a Goa*, aconsejando que en tales circunstancias era preferible que el piloto pusiese como impreciso el «regimiento del Sol», y siguiese antes

un regimiento estelar, en concreto el de la «estrella del norte» o el de la «estrella del pie del Crucero», según los casos.

Otra dificultad, por cierto, existente sólo en apariencia, residía en el hecho de que el texto podía colocar a los pilotos en una embarazosa situación cuando ellos se encontraban en las proximidades de Ecuador, pues escoger una regla a aplicar presuponía el conocimiento previo del hemisferio en el que se encontraban, y podían tener entonces vacilaciones; es cierto (y por eso escribo que la dificultad apenas era aparente) porque las mismas palabras del enunciado abrían el camino para deshacer esta duda, pues como dice: siendo $h + \delta > 90°$, el observador estaría en el hemisferio del Sol; aunque también no es menos cierto que esta particularidad tan importante no viene referida de modo expreso en las reglas.

Como fue corriente en la relativamente rápida evolución de la náutica de esta época, sucesivos autores fueron procurando mejorar el texto del «regimiento del Sol». Hablaré aquí en detalle de dos reglas, ambas debidas ciertamente a hombres ligados a las navegaciones (en uno de los casos eso no ofrece ninguna duda). Seguiré no el orden cronológico, sino aquella que para nosotros parece ser la del camino de la simplificación y del perfeccionamiento del texto, sin pérdida de su rigor.

Así, me he de ocupar en primer lugar de la redacción del «regimiento» en la *Guía Náutica de Évora*. En esta versión el piloto apenas tenía que escoger la regla de acuerdo con el conocimiento del hemisferio celeste en donde el Sol se encontraba en la fecha de la observación y de acuerdo también con la orientación de las sombras en el momento en que observara; al primer requisito responden varios breves enunciados que se pueden leer en todas o casi todas las guías y libros de marinería de la época. Los enunciados de esta versión de texto pueden ser resumidos del siguiente modo:

Sol en el Hemisferio Norte:

Sombras hacia el norte: $\varphi = (90° - h) + \delta$ *N.*

con $h + \delta > 90°$ $\varphi = (h + \delta) - 90°$ *N.*

Sombras hacia el sur: con $h + \delta = 90°$ $\sigma\ 0°$

con $h + \delta < 90°$ $\varphi = 90° - (h + \delta)$ *S.*

Sol en el Hemisferio Sur:

Sombras hacia el sur: $\varphi = (90° - h) + \delta$ *S.*

con $h + \delta > 90°$ $\varphi\ (h + \delta) - 90°$ *S.*

Sombras hacia el norte: con $h + \delta = 90^\circ$ φ 0°
con $h + \delta < 90^\circ$ $\varphi = 90^\circ - (h + \delta)$ N.

Como en el caso considerado anteriormente, el paralelismo entre los dos grupos de reglas es evidente. Convendría añadir, por tanto, que el «regimiento» se completa con la consideración de dos casos particulares: aquel en que el Sol no producía sombra (quiere decir: culminaba en el cénit del observador) y aquel en que era nula la declinación del astro, o sea, cuando él se encontrase en el Ecuador. Para el primero sería $h = 90^\circ$ y por tanto $\varphi = \delta$ lo encuentra el observador en el hemisferio del Sol; es lo que luego resulta de las primeras igualdades de los dos grupos de reglas. Para el caso del Sol en los equinoccios, o sea, siendo $\delta = 0^\circ$ se tendría $\varphi = 90^\circ - h$, o sea, la latitud sería la distancia cenital meridiana del Sol; este resultado también se obtiene inmediatamente de la 2.ª y 4.ª igualdad de cada grupo de reglas, cogiéndose el hemisferio del observador por la dirección de la sombra (eran homónimos).

Apenas con la sustitución de algunas palabras o con alteración del orden por el cual las reglas se presentaban, esta versión del regimiento fue reproducida en el *Livro de Marinharia* de João de Lisboa y en las obras con el mismo título de André Pires y de Bernardo Fernández; en la primera de estas transcripciones se hace referencia, en cada regla, a la posición del observador en relación al Sol, lo que era indispensable; y por eso Fontoura da Costa admitió, con cierta razón, que fuera ésa la primera redacción de la nueva forma del «regimiento».

Se tiende a añadir, por tanto, que aún era posible reducir los enunciados —por ejemplo, eliminando la referencia a casos particulares ya incluidos al final en los otros—; pero a pesar de eso: la analogía existente entre las expresiones indicadas para los varios casos considerados en los dos hemisferios podía reducir a la mitad el número de reglas presentadas, avisando a los pilotos a reconocer, una vez por todas, que la escogida expresión a usar en cada caso dependía de la concordancia o discordancia del sentido de la sombra con el nombre del hemisferio en que la observación era hecha. Esta condensación fue posiblemente trabajo de João de Lisboa, pero aparece después en la obra de Francisco Faleiro, siendo más tarde reproducida por varios cosmógrafos españoles, entre ellos Pedro Medina, Martín Cortez, Rodrigo Zamorano y Andrés García de Céspedes.

A pesar de la amplia divulgación que tuvo la redacción del «regimiento» de la *Guía de Évora*, no me parece que Foncoura da Costa tu-

viera razón cuando lo considera reproducido en varias obras y cartas del quinientos que cita, pues algunos de los cartógrafos referidos lo preferirían en redacciones diferentes; puedo hasta adelantar, y aseguro que no me equivoco, que durante el siglo XVI en Portugal tuvo más aceptación otro texto, señalado anteriormente, en el que las reglas son referidas a la distancia cenital meridiana.

Sin embargo, no era la segunda versión la que arriba tenía a la vista; es más bien la insertada por Duarte Pacheco Pereira en su *Esmeraldo de situ orbis*, obra redactada entre 1505 y 1508, como concluyó Joaquim Barradas de Carvalho, después de un confuso estudio que hizo de ella. Es más condensada que la *Guía de Évora*, y no dispensa en dos de sus reglas el conocimiento previo del hemisferio en el que el navegante se encontraba (lo que —y ya lo dije— podía ser un inconveniente serio en determinadas circunstancias). Duarte Pacheco se refiere en primer lugar al caso de tomarse una altura meridiana de 90° en los días del solsticio del verano o del invierno, indicación de que el navío se encontraba entonces en uno de los trópicos, o sea, en $\varphi = 23° 33'$ N y en $\varphi = 23° 33'$ S., conforme el trópico fuese el de Cáncer o de Capricornio. En rigor, esta regla no era imprescindible, pues podía ser obtenida como un caso particular de otras reglas. Después de este caso, pasa a las situaciones generales, que son las siguientes:

1.ª Si h = 90° (en cualquier fecha): $\varphi = \delta$.

2.ª Sol situado entre el observador y la línea equinoccial:

$\varphi = 90° - (h - \delta)$;

3.ª Si el piloto estuviese entre el Sol y la línea del equinoccio, había a considerar dos casos:

$\varphi = 90° - (h - \delta)$, si $h + \delta < 90°$

$\varphi = (h + \delta) - 90°$ si $h + \delta > 90°$;

4.ª Si el Ecuador se encontrará entre el observador y el Sol:

$\varphi = 90° - (h + \delta)$

Las latitudes serían septentrionales o australes conforme el sentido de las sombras.

El texto fue reproducido, sin embargo, de un modo menos cuidado en el *Libro de Marinería* de João de Lisboa; dudo por eso que Duarte Pacheco Pereira hubiese sido su autor —como ha sido frecuentemente afirmado de un modo categórico—. Él podía haberse limitado a sacarlo a la luz y a perfeccionarlo, aunque la redacción incluida en su libro fuese a partir de un texto anterior, exactamente el que fue aprovechado

posteriormente para el libro de marinería citado, por el hecho de que el recopilador de éste no había tenido acceso a la versión del autor del *Esmeraldo.* Son simples conjeturas, es evidente, pero podemos decir aún que, a pesar del libro atribuido a João de Lisboa, otros textos del quinientos reproducen esta versión del «regimiento», concretamente un *Regimiento de la Declinación del Sol*, manuscrito de autor anónimo, el *Libro de Marinería* de Gaspar Moreira y el *Libro de Marinería* de Bernardo Fernández.

La manera de establecer las posiciones relativas del Sol, del observador y de la línea del equinoccio no es, por tanto, exclusiva de esta versión; llegó a ser adoptada cuando en la náutica portuguesa pasaron a utilizarse astrolabios graduados de modo que dieran directamente la distancia cenital meridiana del Sol en vez de su altura, está claro que también meridiana. Para eso bastó iniciar a las dos graduaciones de los cuartos de círculo del astrolabio contiguos al anillo de supensión, colocando en el punto correspondiente al centro de la misma suspensión la indicación de 0°. El texto del «regimiento» se alteró, consecuentemente, pasando a constituir lo que se llama la «cuenta nueva» del Sol.

Repito: esta innovación se debe exclusivamente a los pilotos portugueses, como expresamente afirma Rodrigo Zamorano cuando, en el título del capítulo en el que incluye las correspondientes reglas, anuncia que va a pesentar «otra manera de hacer la cuenta del Sol, como usan en Portugal». El hecho fue de sobra confirmado más de 60 años más tarde, cuando Edward Wright repite casi textualmente las palabras del cosmógrafo español al respecto del mismo asunto: «Another manner of accounting by the Sun, as they use in Portugal.»

Ignoro la fecha exacta en que la innovación fue introducida, llegando a prescindir de una operación elemental; mas por eso dicen que las reglas del Sol referentes a un astrolabio graduado como arriba quedó descrito se encuentran referidas en la recopilación de João de Lisboa (que se limita a presentar ejemplos numéricos), por André Pires, por el llamado *Códice* de Bastião Lopes, etc. El cosmógrafo Pedro Nunes se ocupó del texto en 1537, con el fin de examinar con cuidado y abreviar la redacción, pero debo añadir que no conozco una sola obra de marinería que reproduzca su redacción.

En el mencionado *códice* de Bastião Lopes (es, en verdad, anónimo, como ya dije), el «regimiento» se desdobla en las siguientes reglas (en este caso, y para ejemplo, las transcribo a lo largo):

> Y siendo el sol entre mí y la línea, juntaré a la altura con la declinación, y todo junto tanto estaré de la equinoccial para la parte donde el Sol estuviera.
>
> Y siendo la línea entre mí y el Sol, sacaré la declinación de la altura y a más altura que me quedara eso estaré de la equinoccial hacia la parte donde me fuera la sombra.
>
> Y siendo yo entre el Sol y la línea, sacaré (la) altura de la declinación y a más declinación que me quedara, eso estaré de la equinoccial hacia la parte donde el Sol estuviera. Y si no me queda declinación ninguna, el Sol y yo estaremos en la equinoccial.
>
> Y siendo el Sol sobre (la) mía cabeza no dará sombra ninguna hacia una parte ni hacia otra; la declinación que aquel día hallar, eso estamos el Sol y yo de la equinoccial hacia la parte donde el Sol estuviera. Y si no hallar declinación ninguna, el Sol y yo estamos en la equinoccial.

Y después añade:

> Y esa cuenta aprovecha así para una parte como para la otra. Y tendré aviso que haga siempre la cuenta en el astrolabio de arriba para abajo.

Son sólo las tres primeras reglas que interesan y van representadas en la Figura 7, donde el cénit de los tres lugares en cada una de las tres reglas referidas es Z_1, Z_2 y Z_3, correspondiéndoles las distancias cenitales del Sol en los tres casos la SZ_1, SZ_2 y SZ_3; las tres primeras reglas son dadas así (siendo S la posición del Sol en la eclíptica, y S el punto que le cruza al meridiano y EE' el Ecuador):

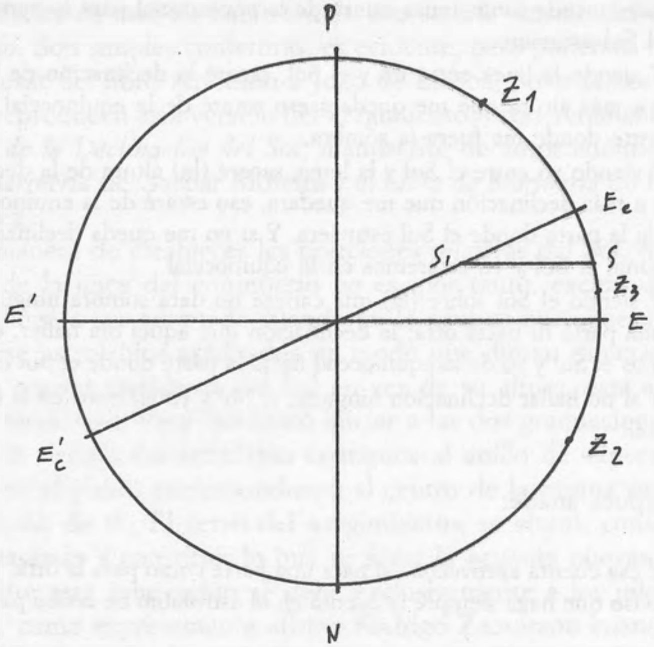
1.ª $\varphi = Z_1E = Z_1S + SE = Z + \delta,$

2.ª $\varphi = Z_2E = Z_2S - SE = Z - \delta,$

3.ª $\varphi = Z_3E = SE - Z_3S = \delta - Z,$

indicando la primera y la tercera una latitud norte (que es la parte hacia donde el Sol «anda») y la segunda una latitud sur, pues con el Sol S y el cenit en Z_2 la sombra va hacia el sur.

Esta versión del «regimiento» parece, de hecho, más avanzada que las anteriores, y entre ellas aquélla en que intervienen la distancia cenital meridiana solar; fue transcrita, entre otros, por André Pires, siendo la aplicable de cada enunciado definida a partir de las orientaciones de las sombras del siguiente modo:



Observador en el Hemisferio Norte:

Sol en el Hemisferio Sur: $\varphi = Z - \delta N.$

sombras hacia el norte: $\varphi = Z + \delta N.$

Sol en el Hemisferio Norte:

sombras hacia el sur: $\varphi = \delta - Z S.$

Observador en el Hemisferio Sur:

Sol en el Hemisferio Norte: $\sigma = Z - \delta S.$

sombras hacia el sur: $\sigma = Z + \delta S.$

Sol en el Hemisferio Sur:

sombras hacia el norte: $\varphi = \delta - Z N.$

Hemos de notar, en primer lugar, que en las dos primeras reglas de cada grupo se dispensa la indicación del sentido de las sombras, pues dadas las posiciones relativas entre el observador y el Sol, las sombras se dirigían hacia el sur, en el primer caso, y para el norte, en el

segundo. Después de verificar que las reglas del primer grupo son exactamente las suministradas por los manuscritos conocidos por el *Códice* de Bastão Lopes, sin embargo, por orden diferente. Aparte de eso, se notaque las expresiones traduciendo las reglas de esta versión, no son más que las del «regimiento» referidas a alturas meridianas de la *Guía de Évora*; limitándose a sustituir en las de este $90^{\circ} - h$ por Z. Quiero, por último, hacer notar que, tal como en el códice anónimo antes analizado, también el astro de este enunciado continuó llamando «altura» a su ángulo complementario, o sea, a la «distancia cenital»; pero debo añadir que todos los pilotos y cosmógrafos, entre ellos, Pedro Nunes y João Baptista Lavanha, no usaron la expresión «distancia cenital» sino que en su lugar escribieron siempre «la distancia que hay entre nosotros al Sol».

Dejé dicho que este tipo de regimiento del Sol parece haber sido el más usado en Portugal a partir de mediados del siglo XVI; por lo menos, lo encontramos muchas veces copiado o publicado, en la forma anterior o con pequeñas variantes, en los lugares siguientes: en una hoja de un atlas de Lázaro Luis (1563); también en un atlas de anónimo-Bartolomeu Velho (*ca.* 1560); en hojas de dos atlas de Fernão Vaz Dourado (fechados en 1568 y en 1570); en *Regimiento Náutico* de João Baptista Lavanha (1595); en *Hidrographia. Examen de Pilotos* de Manuel de Figueiredo, edición de 1625; probablemente también aparece en las ediciones anteriores, de 1608 y 1614 (que nunca vi); y en la *Navegación Especulativa y Práctica* de Antonio de Naira (1628), publicada en castellano, aunque el autor se declara portugués y natural de Lisboa; entre los autores extranjeros sé que lo reproducen Rodrigo Zamorano (1591) y Edward Wright (1610, 2.ª ed.).

La lista anterior no pretende ser exhaustiva en cuanto al regimiento en cuestión. Mucho menos lo será, evidentemente, en cuanto a todas las copias del «regimiento solar», en sus variadas versiones, esparcidas por un gran número de manuscritos o impresos del siglo. Y para comprobar que es así, me permito citar otros dos que aparecen transcritos en textos que estudíe con compañeros de trabajo: uno, existente en un manuscrito del Observatorio Astronómico de la Universidad de Coimbra, que comenté en colaboración con mi colega José Inácio Guerreiro; y otro, existente en la parte final del volumen *De Navigatione Libri Tre*, de Diogo de Sá, que estudié con mi malogrado amigo Aníbal Corte Real, y que aún no ha sido publicado.

Además de las variantes del regimiento hasta el momento referidas, hay otra completamente diferente, a la cual también se deben dedicar algunas palabras. La novedad de ese texto, que fue copiado por João de Lisboa y por André Pires, es la de recurrir a distancias polares del Sol, y no a sus declinaciones. Para aplicar el regimiento en esta versión, el piloto debía usar en las observaciones un astrolabio con el semicírculo superior graduado de 0° a 180° y orientarlo de modo conveniente para la observación; también podía usar un astrolabio común, pero con el cuidado de leer en él la altura del Sol o su suplemento, conforme el paso meridiano del Sol tuviera lugar el norte o al sur del cénit.

En el caso de la graduación alterada, que era ciertamente el más cómodo y menos susceptible de conducir a engaños, el piloto debía observar el tránsito del Sol por el meridiano suspendiendo el instrumento, como se hacía habitualmente, por el anillo, pero orientando el cero de su graduación hacia el norte. En estas condiciones la lectura S_1, hecha en el astrolabio, sería la altura meridiana h del astro en caso de que la culminación tuviera lugar al norte del cénit; pero si la culminación fuera observada en S_2, al sur del cénit, la lectura S_2 que el piloto hacía sería el suplemento de al latura meridiana del Sol, o sea, $S_2 = 180° - h_2$. De este modo, conocida la distancia polar del Sol, una simple sustracción (¡y siempre un sustracción!) conducía al valor de la latitud del lugar ocupado por el navío, como ahora voy a mostrar.

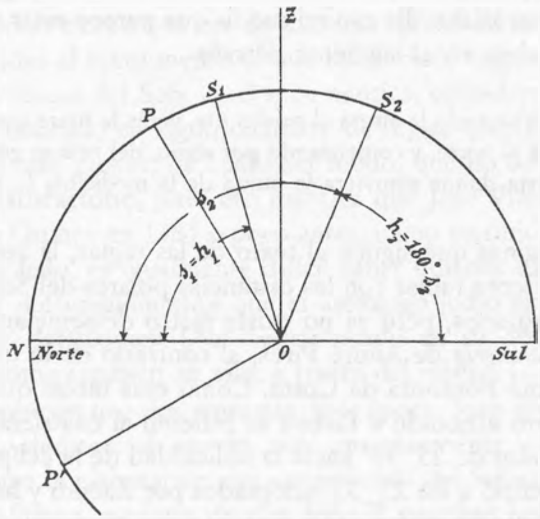
Se consideran en la figura 8 las culminaciones del Sol S_1 y S_2 al norte y al sur del cénit, respectivamente; el astro tenía entonces las distancias polares P_1 = PS_1 y P_2 = PS_2; los arcos leídos en el astrolabio serían, por el mismo orden, s_1 = PS_1 y s_2 = PS_2; le corresponden, por tanto, las latitudes

$\varphi = NP = NS_1 - PS_1 = s_1 - p_1 \ (p_1 < s_1)$, norte;

$\varphi = MP = NS_2 - PS_2 = s_2 - p_2 \ (p_2 < s_2)$, norte,

como se infiere de la figura. Las indicaciones que dejamos se adaptaban fácilmente al caso de cénit del observador si encontrara el hemisferio opuesto al polo de referencia hacia la distancia polar del astro.

Lo que dice hasta este momento es suficiente para comprender que el «regimiento del Sol» teniendo en cuenta su distancia polar, se podía traducir por una única regla. En verdad, los valores de p podían ser calculados de antemano para todos los días del año, y escritos en tablas; y los valores de s medidos con un astrolabio preparado de la manera que antes indicamos hasta con un astrolabio común (repito: el pri-



mer caso era más aconsejable). Por consiguiente, se tendría una latitud norte cuando la distancia polar fuera inferior al ángulo medido y una latitud sur en el caso contrario. Y fue de este modo extremadamente simple que André Pires registró el «regimiento», como aquí a poco diré.

Al referir este regimiento Fontoura da Costa afirmó que, además del astrolabio graduado de la manera arriba indicada, su uso práctico exigía la preparación de tablas donde pudieran ser leídas directamente las distancias polares del Sol para todos los días de un año (o de un cuatrienio), en lugar de sus declinaciones, proporcionadas por las tablas corrientes. También dejé entender anteriormente, y no lo voy ahora a negar, porque sería falso, que tales condiciones serían todavía más cómodas para el operador, por lo que esclarezco que no eran indispensables para la práctica del proceso, pues las distancias polares del Sol podían ser sacadas de cualquier tabla vulgar de declinaciones, sustrayendo o añadiendo a estas coordenadas 90°, según las declinaciones fue-

ran boreales o australes; y en cuanto al ángulo *s*, podía ser obtenido por la lectura hecha en cualquier astrolabio, desde que el observador tuviera su atención puesta en que relativamente al cénit del lugar, el Sol pasabar por su meridiano. Es eso mismo lo que parece estar recomendando João de Lisboa en el siguiente párrafo:

> *Idem.* Tomando la altura al medio día, verás la parte que tu astrolabio declina al norte, y comenzando por abajo, del primer grado hacia arriba, hasta donde estuviera la punta de la mediclina (...)

En las páginas que siguen al texto de las reglas, la recopilación de este piloto presenta tablas con las distancias polares del Sol para un período de cuatro años, pero ya no existe rastro de semejantes tablas en el *Libro de Marinería* de André Pires, al contrario de lo que, por equivocación, afirmó Fontoura da Costa. Como esas tablas que se transcribirán en el libro atribuido a Lisboa se refieren al cuatrienio 1537-1540 y adaptan el valor de 23° 30' hacia la oblicuidad de la eclíptica, que Pedro Nunes prefirió a los 23° 33' adoptados por Zacuto y hasta entonces seguidos en todas las tablas náuticas conocidas, y como, además de eso los números que ellas presentes fueron posiblemente sacados de las declinaciones calculadas por Nunes (y decimos posiblemente, porque hay valores discordantes, como en otro lugar mostré) Fontoura da Costa concluyó que el cosmógrafo mayor habría sido el autor del regimiento, y tal vez contribuyó para esa conclusión del hecho del texto estar en la recopilación de João de Lisboa anotado por letra aparentemente posterior al del conjunto restante del manuscrito.

Pienso que los argumentos mencionados no implican tal conclusión acerca de la paternidad del regimiento para las distancias polares del Sol. En las dos redacciones que se conocen del texto son bastantes las diferencias, siendo la de André Pires, posiblemente la más moderna, mejor cuidada que la contenida en la recopilación atribuida a João de Lisboa; pero en una y en otra redacción el texto está lejos del cuidado que un cosmógrafo como Pedro Nunes usaría en su preparación.

De cualquier modo, la atribución de la autoría del regimiento a Nunes es por lo menos discutible. Si fuera de él, era una intromisión más en la náutica astronómica, e intromisión condenada como otras varias al fracaso; en verdad, no disponemos de una sola indicación de que tal «regimiento» fuera llevado a la práctica alguna vez.

LOS AUTORES DEL «REGIMIENTO DEL SOL». LA DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN SOLAR

Dije anteriormente que era de extrema dificultad indicar entre los textos conocidos el texto medieval que habrá dado origen a los más antiguos «regimientos del Sol» usados en náutica; considero hasta posible que se halle radicado en algún conjunto de reglas que no llegó a nuestro conocimiento; pienso, de cualquier modo, que no debería ser completamente satisfactorio, pues eso justifica que José Vizinho lo fuera a ensayar en la Guinea en 1485 o poco antes, como escribió Cristóbal Colón. Por otro lado, es igualmente difícil saber quiénes fueron los autores del texto del «regimiento» que el astrólogo judío experimentó entonces y que Bartolomeu Dias habría usado en su decisivo viaje de 1487-1488, como también se sabe a través del mismo Cristóbal Colón.

Las referencias que dos cronistas de la época, João de Barros y Gaspar Correia, dedican al asunto son aparentemente contradictorias: Barros atribuye la elaboración del «regimiento del Sol» a José Vizinho y al maestro Diogo, médicos de don João II y ambos judíos, habiendo sido auxiliados en ese trabajo por el alemán Martinho da Boémia. Gaspar Correia dice expresaamente que es innovación náutica era obra de otro astrólogo judío de nombre Abrahám Zacuto, al que se supone nacido en Salamanca, por donde deambuló largo tiempo hasta que en 1492 se refugió en Portugal, reino que también se vio obligado a abandonar en 1497 por los mismos motivos que le llevaron a abandonar Castilla: las persecuciones, y la misma prohibición de permanecer en cualquiera de los dos reinos de la Península todos los judíos que no aceptasen la conversión al cristianismo. La contradicción entre el cronista y el historiador, o sea, entre Correia y Barros, desaparece si admitimos que el autor de las *Leyendas de la India* no llegó a tener conocimiento de los trabajos llevados a término, en el sentido de resolver el problema, antes de la intromisión que en él tuvo Zacuto. Sugiero esta explicación para el desacuerdo entre los dos autores como simple conjetura, y no me avergüenza reconocer que es frágil, pero no encuentro otra que explique mejor la divergencia verificada. Será bueno recordar también que ambos escriben sobre el caso algunas decenas de años después que tales acontecimientos se hubieran verificado, y por eso no es extraño que sobre ellos hubieran cometido involuntariamente

un lapsus. No serían los únicos encontramos en sus historias (y algunos, pero no estos, ¡ni habrían sido involuntarios!).

Repito que João de Barros declara expresamente que el Príncipe Perfecto encargó al maestro José Vizinho, al maestro Diogo y a Marinho da Boémia (Martin Behaim) que estudiaran el asunto, y que ellos «hallaron esta manera de navegar por el Sol»; esto habría ocurrido en 1485, o poco antes, como también aquí quedó dicho con el apoyo de una nota de Colón. Después, la práctica fue usada a bordo: el mismo Colón dice haber oído a Bartolomeu Dias al regresar de su viaje hablar de latitudes en un encuentro con el rey, en diciembre de 1488, afirmar que llegara hasta 45° S, coordenada posiblemente (el texto no lo dice) tomada por el Sol con el astrolabio. Eso sería lo más natural, porque el «regimiento del Crucero del Sur» aún no estaría establecido seguramente, y la determinación de la coordenada geográfica sólo se haría por alguna estrella austral después de bien reconocido el cielo del Hemisferio Sur, lo que aún no era el caso. Barros dice también en otro pasaje que en 1497 Vasco de Gama salió de la bahía de Santa Elena para tomar la altura del Sol en tierra con un astrolabio de tres palmos de diámetro, y llevó esta operación a término por no confiar en las observaciones hechas a bordo con astrolabios de menores dimensiones. Es importante subrayar esta declaración del historiador, porque muchas veces ha sido dada como prueba de que en el tiempo de este viaje las determinaciones de latitudes aún sólo se hacían en tierra. Sin embargo, el pasaje afirma exactamente lo contrario: se hacían a bordo y con astrolabios pequeños, sólo que el capitán mayor de la Armada no tenía seguridad en ellas. Gama no era ni nunca sería piloto, aunque habría sabido sacar de este su primer viaje hasta la India una excelente experiencia de marinería, por lo visto, los «prácticos» del mar —sus pilotos, a pesar de encontrarse entre los más renombrados— no le merecían entera confianza.

Todavía, en las líneas de João de Barros dedicadas a este asunto, hay una declaración que tenemos por falsa y otra bastante dudosa. Indiscutiblemente falsa es la afirmación de que los tres hombres «hallaran» el «regimiento del Sol», o sea, «descubrieran» que se medía la altura en el tránsito meridiano del astro, para saberse la latitud geográfica del lugar de observación. Se vio que tal «regimiento» se inició, de hecho, más de cuatro siglos antes. Bastante dudosa es la noticia de la participación de esos trabajos de Martinho da Boémia, considerado

como alumno de Jahnnes Müller (Monterregio), que habría introducido en los trabajos de los dos judíos las *Efemérides* de su maestro de Astronomía; se objetó —y con razón— que ese libro, sólo por sí mismo, no podía resolver el urgente problema de la elaboración de tablas de declinaciones solares para uso náutico, pero podía ser completado con otro libro del mismo autor, las *Tabulae Directionem*, editado en el año inmediato a la edición de las *Efemérides*, y antes de 1485 (las ediciones son de 1474 y 1475, respectivamente). Es más, si los dos volúmenes contenían elementos suficientes para resolver ese problema —y podían haberlo resuelto— no es de creer que fuera por ese medio que se encontrara la solución, por dos motivos: la máxima declinación solar adoptada en las tablas náuticas portuguesas es de 30° 33', valor que Abrahám Zacuto registra, y no los 23° 30' que Müller adopta. Además de eso, Martinho da Boémia sólo llegó a Portugal en 1485, y antes de eso, ya Vizinho andaba por la Guinea poniendo en práctica el «regimiento», y midiendo también la extensión de un arco de 1° de meridiano, como dice Colón, que afirma haber confirmado personalmente los resultados de este trabajo.

A Behaim se debe una esfera con informaciones de mucho interés, en parte consecuencia de sus viajes, y se le debe también haber sido un eslabón de unión entre el reino de Portugal y el mundo germánico, en un período en que las relaciones peninsulares con el centro de Europa se volvieron tan importantes. Además de eso, lo que no es poco, sus intromisiones en los trabajos de los cosmógrafos portugueses de aquel tiempo son realmente exageradas, cuando no fantasiosas.

Dado el importante papel que José Vizinho desempeñó más tarde en la resolución de los problemas de la náutica astronómica (fue el traductor en castellano de los «cánones» del *Almanch Perpetuum Coelestium Motum* de Abrahám Zacuto, y su editor), nada tiene de extraordinario que el rey le entregara la responsabilidad en la resolución de ese importante problema en 1485, o más probablemente algún tiempo antes; Vizinho era de sobra un hombre muy interesado por la astronomía-astrología, y llega a declararse discípulo de Zacuto; puede hasta admitirse como posible que fuera autor de la primera redacción completa del «regimiento», a la que habría llegado en colaboración con el maestro Diogo, y después por él llevado a la práctica en la Guinea.

Antes de estas observaciones prácticas de Vizinho, ¿habrían sido hechas otras? Ravenstein entiende que sí, y que Diogo de Azambuja ya

había recurrido a obtener latitudes por el Sol cuando fue al golfo de la Guinea a construir el castillo de la Mina, 1482; la noticia fue recogida en *De Rebus Gestis Joannis II, Lusitanorum Regis* (p. 156, Lisboa, 1689) de Manuel Teles da Silva, marqués del Alegrete. La información es tardía, pero más que eso, y como en otro lugar mostré, no pasa de ser un injerto arbitrario hecho en la obra a partir de João de Barros. Todo indica, por tanto, que Vizinho fuese el pionero de ese trabajo práctico, aunque pudiera haber compartido con otros su preparación básica, o sea, la redacción de la primera versión del «regimiento del Sol» usada en la náutica portuguesa, y naturalmente, en todas las náuticas.

¿Cuál de las varias redacciones conocidas del texto habrá sido la inicialmente usada por el astrólogo judío? Para António Barbosa —que pienso habría sido el primer autor en ocuparse el problema—, el texto usado por Vizinho habría sido el segundo —anteriormente estudiado—, que se encuentra en la *Guía Náutica de Munich*.

En un texto publicado en 1970, y después reeditado dos veces dos veces, discordé de esa opinión de António Barbosa; acreditaba entonces —y sustenté, naturalmente esa opinión— que Vizinho adoptaba la primera versión publicada en el mismo folleto; pero revisé el asunto, y hoy estoy convencido de que António Barbosa tuvo razón, y por un motivo muy simple: no se puede acreditar que no estuviera en condiciones de poder actuar en todas las circunstancias que se viniese a encontrar eventualmente, y podía llegar a estar en dificultades si sólo tuviera a su disposición la primera versión de la *Guía de Munich*, como quedó dicho. Es cierto que para la Guinea ese primer «regimiento» podía ser suficiente, pero no sé hasta qué punto le estaba vedado no pasar hacia el sur del Trópico de Cáncer (probablemente no estaba); además la expresión usada por Colón, «en toda la Guinea» no marca con rigor un límite.

No me es posible concordar aún con António Barbosa en cuanto a la idea de haber sido el mismo Vizinho el autor del «regimiento», conclusión que él sacó de una comparación lingüística entre el texto de sus reglas y la traducción del castellano, que sabemos le es debida, de los cánones del *Almanach Perpetuum* de Zacuto; en él, por tanto, a pesar de ser un elevado número las semejanzas o coincidencias de expresiones encontradas en los dos textos, no podemos dejar de reconocer que sólo ocurren en el caso de maneras de decir corrientes, y principalmen-

te en pasajes de significado más didáctico, en dos textos que claramente lo son. A mi modo de ver, nada hay en estas pretendidas aproximaciones para que alguien las reconozca sean de un cuño de estilo personal, antes bien todas ellas se configuran como expresiones de unión común, o entonces inevitables, para decirse lo que se pretende. Para que tal asunto quede claro, voy a ofrecer a doble columna un pasaje de los *Cánones* y otro del *Regimiento* de Munich, imprimiendo en italiano los conjuntos de palabras en que António Barbosa —a mi ver sin razón— procuró fundamentar el reconocimiento de un mismo estilo personal:

Cánones	*Regimento*
... *pera saber* el movimiento de mars *en cada un dia* ... *e pera isto ser entendido poniamos exemplos.* *Primeiramente* as de saber ... *que* en las revoluciones venideras e en las pasadas *faras todo por el contrario conviene a saber,* mengua los signos y grados...	... *pera saber* la celinaçam y ho lugar *em cada hum dia* ... *e por que esso seja melhor entendido ponho exemplo.* *Primeriamente* saberas *que* ... da linha equinocial por diante per o sul *he o regimento per o contrayro, convem saber* que quando o Sol estiver...

Comoquiera que sea, no obstante, parece no haber duda de que, en el siglo XV, el astrólogo José Vizinho fue quien más trabajó para adaptar el regimiento de la altura del Sol a la marina portuguesa, de manera que después pasó a todas o casi todas las marinas europeas que llegaron al Atlántico. Y es bien posible que sea de él la versión del «regimiento» en la forma posiblemente usada en la Guinea, como también aquella otra, aún incompleta, que la precede en la *Guía de Munich*.

Desconocemos si el mismo astrólogo procuró remodelar y perfeccionar el segundo texto, pero no avergüenza acreditar que tentara hacerlo, dado que estuvo unido a los medios náuticos de Lisboa por lo menos hasta 1496, año de la edición del *Almanach Perpetuum* de Zacuto. Pero antes de la llegada de éste a Portugal, o inmediatamente después haber huido de aquí, seguro de que el texto del «regimiento» se volvió vulgar en algunas de sus formas, y no sólo necesariamente las dos hojas únicamente conocidas de este tiempo. Tan conocido se volverá que viene referido, sin duda en el texto del Tratado de Torde-

sillas, como si de cosa corriente se tratara. En 1494, por consiguiente el «regimiento» estaría profusamente difundido.

Mientras tanto, si pasamos a la lectura de Gaspar Correia, se llega a la idea de que Zacuto fue quien enseñó a los pilotos «el modo como habían de tomar el Sol en un punto del medio día con el astrolabio», como él dice. El testimonio de Gaspar Correia es sospechoso; demasiado copioso lo vemos, para que de él no quedáramos con dudas, al atribuir a Zacuto, en el mismo capítulo en que se ocupa del «regimiento solar», la invención del astrolabio al astrólogo salmantino; no es posible que el judío Abrahám Zacuto hubiera introducido alteraciones en el instrumento para hacerlo más adaptable al uso náutico, pero seguramente bien sabemos que no fue él su inventor. Gaspar Correia puede ser disculpado de este error, porque escribe su texto en la India, y en este pasaje se refiere a una materia que no le era familiar, ni podía estar en su conocimiento, por no tener acceso a archivos o a alguien que le informara mejor.

Mientras tanto, hemos de admitir que Zacuto —si en verdad fue el primero en enseñar a los pilotos el modo de navegar por el Sol, como en ese tiempo se decía— habría tomado a su cargo la revisión de los textos —hasta entonces con error—, los reformuló y remodeló las tablas solares, hasta entonces facultadas a los pilotos, de las que en adelante me ocuparé. Por eso él ha sido considerado astrónomo del rey (o de los reyes, pues sirvió a don João II y don Manuel I) y fue pagado por sus servicios, como sabemos, por un recibo suyo aún existente en el Archivo Nacional de la Torre del Tombo, escrito en hebreo. Estas noticias habrán llagado alteradas al conocimiento de Gaspar Correia, que no dudó en exaltarlo, como dice, dándole como inventor del astrolabio. Si eso es falso, no parece imposible que fuera el salmantino quien introdujo en la náutica portuguesa tablas cuatrienales solares; oportunamente se verá que las más antiguas tablas de ese tipo que se conocen son de la década de 1490, y datan del tiempo en que Zacuto se encontraba en Portugal, pudiendo haber sido él, por consiguiente quien dirigió su preparación (veremos que, de hecho, son de 1493-1494 y 1497-1500).

Así, como se ve, es prácticamente imposible definir en modo seguro el papel desempeñado por Abrahám Zacuto en la navegación

astronómica portuguesa del final del siglo XV, y menos aún distinguir dónde terminó la contribución de José Vizinho y se inició, como preponderante, la de su colega astrólogo de Salamanca. A partir del final del siglo XV las dudas se condensan aún más sobre estos problemas, con la excepción de que sabemos con certeza irrecusable la autoría de las tablas de declinaciones solares de la *Guía de Évora* (como más adelante comentaré), y no hay dudas de que Pedro Nunes tuvo en estos problemas náuticos una influencia directa que además le correspondía, porque eso entraba en las atribuciones de su cargo, aunque no siempre lo hizo con sentido realista de las necesidades de los pilotos, como de sobra ocurrió con otros cosmógrafos de formación teórica (de esto hablaré a su tiempo).

***

El «regimiento del Sol» no servía cuando se desconocía la declinación solar en el día en que se medía la altura (o distancia cenital) meridiana del astro. Y es el modo de llegar al conocimiento de esa coordenada ecuatorial del astro de la que paso ahora a ocuparme.

Es bien sabido que la declinación solar δ está relacionada con la longitud del Sol λ y con la oblicuidad de la eclíptica ε a través de la relación

$$sin\ \delta = sin\ \lambda \quad sin\ \varepsilon;$$

o sea, podía ser calculada desde que se definiera el valor de la oblicuidad y se conociera la longitud λ en el día de la observación; λ es contada en la eclíptica, a partir de 0° en el equinoccio primaveral, en el sentido contrario a los dos punteros de un reloj (sentido directo), hasta 360°. Se debe añadir, que los astrónomos medievales, que la llamaba su «lugar», el «lugar» se contaba también en el sentido directo de 0° a 30° en cada signo del zodíaco. Sabiendo que el Sol recorría los signos por el orden: Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpión, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis, y sabiendo que el «lugar del Sol» era indiciado por el signo en que se encontraba, y por el número de grados por los astros recorridos en él, para calcularse la longitud del lugar, se tendrán que contar tantas veces 30° cuantos signos totalmente recorridos en la numeración que di anteriormente, y se junta a ese producto el ángulo que definía la posición del Sol en el signo entonces ocupado por el astro. Por ejemplo: al lugar de 18° de Leo correspondería la longitud celeste de 138°.

En muchos de los almanaques y de las efemérides medievales se encuentran tablas con el lugar del Sol para todos los días de un año o, más corrientemente, para un período de cuatro años. Su elaboración presentaba algunas y serias dificultades, no sólo por exigir un estudio perseverante del movimiento no uniforme del Sol en la eclíptica, sino también, y sobre todo, porque una traslación aparente del astro no cumplía un número exacto de días, y el calendario juliano, entonces en uso, no compensaba esa discordancia con la simple introducción de un año bisiesto de cuatro en cuatro años. Como es fácil de verificar en las tablas solares medievales en virtud de ello, los equinoccios se iban «anticipando» a lo largo de los años, y en el siglo XV esa anticipación ya era de más de diez días.

Como consecuencia de la causa apuntada, los lugares del Sol fijados en tablas para un cierto año no podían ser correctamente usados en años inmediatos; se admitía que la intromisión de un año bisiesto de cuatro en cuatro años corregía con rigor el «avance», lo que no era exacto. Se pasó a la elaboración de tablas cuatrienales, que servirían para siempre, aunque apenas la intercalación juliana de los bisiestos fuera completamente satisfactoria. Repito, no lo era, y por eso el Sol no volvía a recorrer sobre la fecha para la que habían preparado las tablas. Era necesario introducir en los valores correspondientes a esa posición un término correctivo que compensara la discordancia entre la duración media del año juliano y el período del movimiento anual aparente del Sol. Volveré sobre el caso, pero he de detenerme ahora sobre esa corrección, calculada para los datos que entonces disponían los astrólogos, acompañado muy de cerca de un excelente estudio que António Barbosa le dedicó al asunto.

Podré recurrir, como ejemplo, a los elementos proporcionados por los *Libros del Saber de Astronomía*, en que se admite que el Sol cumplía su revolución anual aparente (año trópico) en 365 días, 5 horas, 49 minutos y 16 segundos, y con precisión notable, pues el error cometido nos llega, contando entre dos pasos consecutivos del centro del Sol por el punto primaveral. Como el año medio del calendario juliano (tres años comunes seguidos siempre de un bisiesto) tenía la duración de 365 días y 6 horas, el año medio exacto se concluía con una antecedencia de 10 minutos y 44 segundos, relativamente a los lugares referidos en el año anterior. Las tablas establecidas para el determinado cuatrienio, cuando (la que también se llamaba «revolución del Sol») ter-

minara, sólo podían ser usadas para el cuatrienio inmediato si se atendía a que el astro estaba avanzando 42 minutos y 56 segundos (o sea: cuatro veces 10 minutos y 14 segundos), avance que, convertido en unidades de arco, correspondía a 1' 46"; y era con la suma de este valor con lo que se debían corregir los números tableados, con el fin de que fueran válidos para el cuatrienio inmediato del correspondiente al del cálculo de los lugares solares. Posteriormente se debía añadir ese término correctivo multiplicado por el número de cuatrienios recorridos. Se nota que, para evitar ese trabajo de multiplicación al usuario del *Almanach Perpetuum* de Zacuto, se suministran, bajo la designación de *squationis solis* los valores a juntar de 1 a 34 cuatrienios, habiendo tomado el astrólogo como base del cálculo exactamente el valor de 1' 46".

En cuanto a los valores de la declinación solar —la coordenada que la náutica requería—, estaban en algunos de esos almanaques o efemérides (es el caso de la obra de Zacuto, aunque no es el caso de los *Almanaques Portugueses de Madrid*) suministrados por una nueva tabla que los presentaban a partir del conocimiento del lugar del Sol, obtenido de una de las cuatro tablas que lo daban. En el caso del almanaque de Zacuto, la tabla de este tipo daba declinaciones para grados enteros de los lugares; de modo que, o se aceptaban aproximaciones imperfectas, o, cuando los lugares eran dados en grados y fracciones, se hacía necesario recurrir a una interpelación, lo que no era nada accesible por los guarismos entonces usuales en las operaciones aritméticas comunes, pero en especial en la multiplicación y en la división.

Está claro que los valores de declinación también, en teoría, podían ser obtenidos por la aplicación de la igualdad de la página; pero por las dificultades del cálculo operatorio el recurso a esa igualdad sólo estaría al alcance de un «buen aritmético», como entonces se decía. Lo más probable, mientras tanto, es que a partir de esa expresión fueran obtenidos por procesos gráficos, que se harán comunes en todo el período medieval y que continuarán siendo muy usados hasta el siglo XVII; o alternativamente por ábacos, algunas veces acoplados con los instrumentos de alturas (el cuadrante y el astrolabio) que usaban los astrólogos. El cuadrante, por ejemplo, se hizo conocido en Europa a partir del siglo XV, y según Millás Vallicrosa, este tipo con cursor estaba preparado para la resolución de éste y de otros problemas astronómicos. En el anterior tratado citado del cuadrante de Rodrigo Anglés se encuentra un párrafo dedicado al modo de cómo se podía obtener la declinación solar por el cursor del instrumento *(de declinationem solis*

habenda per cursorem), sin embargo, en el texto de su exposición alude a tablas solares, incluyendo las declinaciones.

En el capítulo XXX del texto dedicado al astrolabio plano de los *Libros del Saber*, igualmente se habla de la manera de saber «la declinación del grado del zodíaco que quieras...», sin que tal mención dispensase a los recopiladores de esta obra monumental de presentar tablas de las declinaciones solares, dadas en grados, minutos y segundos en función de los lugares del Sol, después de haber intercalado en el texto una única tabla con los lugares dados en grados enteros, y por eso mismo bastante imperfectas.

De las muchas tablas medievales con una estructura (aunque falte en algunas la tabla de las declinaciones) sólo vamos a citar aquellas que pueden, de cualquier modo, estar unidas a las actividades de los astrólogos portugueses de los siglos XIV y XV, y casi ciertamente, a través de los de ese último siglo, con los medios náuticos portugueses.

Las más antiguas que conocemos son las que se encuentran en los *Alamaques Portugueses de Madrid,* que publiqué en 1961; no existe en el manuscrito cualquier tabla de declinaciones, pero hay en él tablas cuatrienales de lugares del Sol, que en el mismo texto se dice fueron calculadas para 1321; según Millás Vallicrosa, proceden de un almanaque que apareció en versión latina, preparado en Tortosa por el astrólogo árabe Azarquiel. La fecha de 1321 es para mí dudosa, o el resultado de un equívoco; en verdad, verificándose que el equinoccio de otoño es el que aparece anotado en las tablas entre 25 y 26 de septiembre, seríamos llevados hacia fecha bastante anterior a 1321. Es natural que la anomalía se encuentre ya en las tablas originales de Azarquiel, pero no sabemos a qué atribuirla, salvo si el astrólogo árabe siguió un modelo anticuado, lo que cuesta creer. El códice contiene explicaciones en portugués sobre el uso de las tablas, incluyendo evidentemente las solares, pero no alude a ninguna corrección al introducir los valores tableados para ellos así corregidos, que pueden ser usados en cuatrienios posteriores; y, mientras tanto en el texto viene indicada una corrección anual de un minuto (de aquí en adelante, por cada año adjunta un meudo [(= minuto)], que se relaciona con la precisión de los equinoccios y se refiere a la longitud celeste de las estrellas.

En la Biblioteca da Ajuda existe un códice latino de tablas astronómicas, referidas con bastante detalle por Armando Cortesão, que las publicó en el índice y ofreció la reproducción fotográfica de algunas de

sus hojas; por el título, de mano diferente del calígrafo, se sabe que estas tablas fueron compuestas después de las tablas alfonsinas *(compositae post tabulas Alphonsi)* en el año de 1321; pero la copia de la Ajuda es más tardía, pues una nota posterior, de 1399 —indicación que se dice situar en época «antes de la invención de Libros impresos» *(ante inventam librorum Impressum)*—. La indicación del año 1399 no debe andar muy lejos de la verdad —si no es incluso exacta—, dada la letra del códice, y sobre todo el modo como están caligrafiados sus guarismos. A partir de la hoja 94 rt.º de este manuscrito se presentan tablas de los lugares del Sol para un período de cuatro años, a comenzar por el año bisiesto; pero, así como en los *Almanaques Portugueses de Madrid*, no existen en el manuscrito tablas de declinaciones, ni cualquier indicación que sea necesario corregir los «lugares del Sol» tableados, para de ellos obtener las mismas coordenadas en subsiguientes «revoluciones» del Sol. No ofrece la mínima duda, no obstante, que las tablas solares (las que más nos interesan) de los *Almanaques* y el códice tienen un origen diferente, bastando para eso quedarse sin la mínima duda de que en el manuscrito de la Ajuda el equinoccio del otoño está fijado en el 12-13 de septiembre.

En el Archivo Nacional de la Torre del Tombo existen igualmente dos códices con tablas astronómicas, aunque aparecen habitualmente designadas por *Almanaques*. Son los Ms. 1711 y 2115 de la Librería, pero apenas el primero de ellos, bajo el título *Almanach ab anno 1468 usque ad anno 1480,* contiene tablas de los lugares del Sol, y no incluye tablas de declinaciones.

Todos estos códices, sobre todo los dos primeros, fueron muy discutidos en el hoy Centro de Estudios de Historia y Cartografía Antigua, en la sección entonces existente de Coimbra, entre Armando Cortesão, que la dirigía, y yo mismo. Para el sabio estudioso de la Historia de la Cartografía, que algunos se complacen hoy en olvidar intencionadamente (como en un caso, por lo menos le va en los hábitos), estos libros tenían una importancia desmedida, como comprobante de los estudios científicos en Portugal en el siglo XIV. Sin insistir mucho sobre los motivos que le llevaron a dar tal significado al códice de la Ajuda, siempre fue recordando, y escribiendo, que él perteneció a la librería de los «sabios oratorianos» (la pertenencia latina a la Congregación Oratoniana está registrada en la portada), y nunca dejó de afirmar ser «muy posible, sin embargo, que sus componentes fueran copiados y reunidos

en Portugal», pues, de hecho, no «puede encontrar cualquier indicación en contra»; mientras tanto, Armando Cortesão dudaba «que alguien jamás consiga averiguar definitivamente el origen del Códice». A pesar de no saber nadie ese origen y de ignorarse cómo el manuscrito fue incorporado a la biblioteca oratoriana, Cortesão concluía que era «muy posible que estas *Tabulae Astronomicae*, ya en el siglo XV se encontraran en Portugal», transcribiendo enseguida del volumen *Cartografía Portuguesa Antiqua*, publicado en 1960, las siguientes palabras:

> Se comprende en verdad, que la preparación y existencia en Portugal de trabajos de este género (de aquí como probado el que, a mi ver, nunca lo fue ni vino a ser después) contribuyese poderosamente para el desarrollo de la cultura astronómica y cosmográfica entre nosotros... Los descubrimientos portugueses se desarrollaran en un ambiente científico que mejor nos explica como fue posible conseguir tan formidables resultados en el arte de navegar.

(Este pasaje puede ser leído en la página 51).

Continúo pensando que este modo de afrontar la aparición de la náutica astronómica coloca el problema en un sentido que es contrario al que se verificó; la náutica fue a buscar a las enseñanzas astrológico-astronómicas y cosmográficas lo que se tornó necesario para su desarrollo, *pero sólo cuando fue necesario*; figuró entonces lo que de hace mucho se transmitía de generación en generación por simples rutinas, y si muchas veces lo hizo bien, otras lo hizo erróneamente; además de eso, no tuvo y no tenía gran peso científico, lo que sirvió a la náutica de ese tiempo, sin embargo, como si con eso ella si se hubiera alterado de una forma verdaderamente revolucionaria. Espero que este libro lo deje explicado con claridad.

En cuanto a los *Almanaques Portugueses de Madrid*, que fueron publicados por mí en 1961, terminé mis comentarios de introducción con diez observaciones: que Armando Cortesão transcribió en la integridad, pero antes también habían sido objeto de amigables discusiones entre nosotros. Por mi parte, procuré en esas líneas considerar objetivamente el manuscrito, tal cual él es y lo publiqué, sin atreverme a sugerir fuera lo que fuera que en él se encontrara explícito.

Armando Cortesão quería ir y fue más lejos, y voy a decir cómo lo hizo: el códice había sido tratado mucho antes por Jaime Cortesão, que de él transcribió fotografiando algunas hojas; y a propósito de la

lista de latitudes incluida en él, afirmó que «vale sólo por sí para encontrar dentro del carácter híbrido del almanaque, aparte de la forma astrológica, una tendencia diversa, más objetiva y amplia, para la observación y estudio de la naturaleza del mismo pasaje que valoriza la obra, bajo el punto de vista de los orígenes de la ciencia náutica (...) el almanaque denuncia una preocupación de la posición geográfica, acentuada por la larga lista de las ciudades y sus posiciones, diseminadas por todo el Universo». Si Jaime Cortesão se hubiera acordado de que tales listas de ciudades con sus coordenadas se repetían en casi todos los textos del mismo tipo, y si no olvidase que el conocimiento al menos de la latitud de un lugar era indispensable a los trabajos de los verdaderos astrólogos (muchos de los que pasaban por tal se limitaban a aplicar «recetarios» que poco tenían que ver con observaciones astronómicas), habría sido, ciertamente, menos entusiasta.

En cuanto a mis conclusiones (que Jaime Cortesão nunca pudo leer, pues falleció el año anterior al de la publicación de mi libro), su hermano Armando Cortesão tuvo la amabilidad de considerar las notables, pero, al mismo tiempo, vio en ellas «contradicciones», inevitables por evidenciar «un escepticismo tan cauteloso»; y como ejemplo de que era contradictorio lo que escribí, mi nostálgico amigo cita este caso en nota: «en una de las páginas del códice se declara expresamente que en el lugar o ciudad donde el almanaque fue hecho el Sol se levanta más temprano que en esta (ciudad) de Coimbra. Esto es perfectamente claro. Entonces porque decir (así, de hecho escribí) ¿habría sido posiblemente preparado o traducido en Coimbra? ¿Dónde podía ser si no ¡en esta ciudad de Coimbra!». Repito ahora, a casi treinta años de distancia, lo que respondí a Armando Cortesão: el original del texto es ciertamente una traducción de la versión latina del llamado *Almanaque de Tortosa*, de Azarquiel, la nota en que se habla de Coimbra es marginal, y podía haber sido añadida posteriormente al primitivo texto, en su casi totalidad portugués; y fui cauteloso porque, de hecho, sólo esa nota fue con certeza añadida en la ciudad de Mondego. Y en el vestigio de su hermano —de la obra de quien además extracta un largo pasaje—, Armando Cortesão añadió que por el hecho de haber sido traducido el texto en aquella ciudad, nada habría de anormal, porque existía una larga tradición del estudio de la astronomía o astrología en Coimbra, por lo menos en su estricta asociación con la medicina. ¿Por qué, entonces, declarar que «no se puede decir que el volumen tenga ninguna relación

íntima y directa con la astronomía náutica iniciada en las navegaciones portuguesas del siglo XV, y luego seguir reconociendo que 'en verdad, estos escritos prueban que en Portugal ya en el siglo XIV vivían hombres con capacidad para emprender con éxito, en caso de que eso les fuera exigido, la adaptación de algunas reglas astronómicas a las condiciones de su utilización náutica'»?

Cuando conversamos sobre esto —y especialmente en lo referente al último punto, que Armando Cortesão pretendió configurar como una patente contradicción—, di más o menos las siguientes explicaciones. No existe ninguna prueba de que existiera en aquel tiempo una gran tradición de estudios astronómicos en Coimbra, y ni siquiera se puede comprobar alguna vez (lo que no aseguraría tal tradición, admitiendo que hubiesen ido hacia aquella ciudad) la idea de que Alfonso X el Sabio ofreció a su nieto don Dinis una copia de los *Libros del Saber de Astronomía*, como mi antagonista porfiaba en decir. En toda la documentación referente a la Universidad de Coimbra-Lisboa (y en la probable fecha de la traducción de este códice, hasta se encontraba en esta última ciudad) apenas se da la referencia esporádica a astrolabios, que voy a decir enseguida, como por ventura serían usados. La astrología tenía —todos lo sabemos— relaciones muy íntimas con la medicina de entonces, pero no se piense que tales uniones contribuirían al progreso de las astronomías, como se dice, la astrología-médica se basaba en enunciados sin el menor fundamento científico, y los pocos problemas de astronomía de posición se resolvían por el recurso a tablas (por eso proliferaban, como se sabe) y a ábacos diseñados en el frente y en el dorso (la «araña») del astrolabio; para eso habría servido el astrolabio antes mencionado. No hay relación *íntima* de los *Almanaques* con la náutica, porque ésta no reclamaba en este tiempo (aunque Armando Cortesão acreditaba en lo contrario, creyéndose convencido de haberse ella iniciado en el reinado de don Dinis) cualquier alteración al arte de navegar mediterránea, pues sólo la navegación en mar abierto lo exigió, pasándose entonces, en la segunda mitad del siglo XV, a la navegación astronómica. Esto no está modo alguno en contradicción con el hecho, aparentemente comprobado por la traducción portuguesa de los almanaques, que en Portugal vivían hombres con información para pasar del arte tradicional a la técnica de navegar modernizada, tal como fueron encontrados en el siglo XV (el maestro José Vizinho, el maestro Diogo y otros), cuando para ese fin fueron procurados. Creo que no hay

en esto ninguna contradicción. Pero no logré convencer a mi amigo Armando Cortesão, y por eso él término su nota en la localidad referida con esta reprimenda desolada: «En historia, la duda, la negación y el escepticismo sistemático nada prueban, y muchas veces perjudican el desarrollo de un raciocinio claro». Repito, para finalizar, lo que entonces le dije personalmente: nunca tuve duda, escepticismo y mucho menos negación con un carácter sistemático; apenas los tomé como medios cautelares de no caer en «ratoneras»; de ese modo he evitado, tal vez, algunas. Y mantengo todas las conclusiones de mi libro de 1969 sobre los *Almanaques Portugueses de Madrid.*

Y si éstos, en mi opinión, nada tuvieron que ver con la marinería de la segunda mitad del siglo XV (a propósito, y me repito, sin contradicciones, en ellos se encuentran indicios de procedimientos que en esa marinería podrían venir a ser aprovechados), mucho menos podemos tener en cuenta a las tablas astronómicas de la Biblioteca de la Ajuda y del Archivo Nacional de la Torre del Tombo, de las cuales ni siquiera sabemos cuándo llegaron a Portugal. En situación diferente debían encontrarse las muy habladas tablas de Juda ben (o «aben») Verga, que nunca vio nadie, pero que seguramente existirían porque quien de ellas habló fue Abrahám Zacuto, refiriendo hasta de un modo algo vago sus características. Como Ben Verga vivió en Lisboa, puede haber datado en 1457 y en esta ciudad alguna otra de sus obras. Algunos autores han admitido que tales tablas también fueron preparadas ahí y aún en vida del infante don Henrique, pudiendo de ese modo haber contribuido a la decisiva reforma de la náutica emprendida por los navegantes portugueses.

Estas tablas de Ben Verga, que Joaquín Bensaúde dice que han sido publicadas justamente con las de Zacuto en una edición de 1525, me son desconocidas, ni llegó a mi conocimiento que alguien hasta hoy se hubiera ocupado de su estudio. Aunque la edición de 1525 corre antes fechada de 1500 y en dos tiradas distintas, creo que Joaquín Bensaúde se equivocó: en el único ejemplar que esta ahora me fue dado a ver, no hay rastro de las tablas de Ben Verga. Se puede concluir que, de lo visto hasta hoy sobre este caso, la relación de tales tablas con la navegación de alturas apenas se infiere de las pocas palabras que Zacuto dedica al astrólogo, su hermano de creencia. Importa, pues, referirlas desde ahora, sin embargo se reservan para otra oportunidad

los comentarios a las conclusiones que de ellas sacaron Fontoura da Costa, por un lado, y Morais e Sousa, por otro.

En una carta dirigida al obispo de Salamanca, que sirve de introducción a su *Almanach*, Abrahám Zacuto habla de Ben Verga a propósito de cierto error existente en muchas tablas astronómicas que conocía, y que algunos astrólogos habían procurado corregir; entre ellos, el salmantino menciona a Verga expresamente (*de quorum numero fuit Aben Verga hebreum*), explicando además —y diré más tarde la importancia de ese hecho— que él y otros, «deseando corregir ese defecto, calcularon sus tablas de modo más breve» (*Allij volentes hume defectum corrigere taulas ab brevioribus modis calculaverunt*). A estas pocas e insuficientes palabras se resume todo lo que sé, y Zacuto escribió, sobre la estructura de las misteriosas tablas —y no especialmente las del Sol, pues las de este astro no son en modo alguno referidas en el pasaje— calculadas por Ben Verga, en el lugar y en el año que están consignados en la referencia.

***

Y llego, finalmente, a las tablas de mayor importacia, por la proyección que tuvieron en la marinería portuguesa y europea durante aproximadamente un siglo: las tablas solares que el astrólogo judío Abrahám Zacuto (o Abraham bar Samuel bar Zacut, doy su nombre completo en, la forma más divulgada) insertó en su *Almanach Perpetuum Coelestium Motum*, calculado en Salamanca en 1478 para el año raíz de 1473. Como quedó dicho, el astrólogo judío José Vizinho, que fue médico de don João II y de don Manuel I, tradujo al castellano y al latín los *Cánones* de la obra (o instrucciones para su uso) antes de 1496, pues es de este año la edición de Leiria de por lo menos dos tiradas del libro, que se distinguen por las lenguas de esa introducción. En el final de la versión castellana de los *Cánones*, el traductor José Vizinho se declara «discípulo» de Zacuto, lo que, llevando la afirmación al pie de la letra, presuponía que los dos se conocieron antes del autor de las tablas haberse instalado en Portugal, en 1492; pero la declaración de Vizinho puede traducir una simple cortesía del traductor.

Zacuto vino a Portugal en 1492 después de la expulsión de España, víctima de las persecuciones ocurridas allí a los judíos; permaneció en Lisboa hasta 1497, cuando tuvo que abandonar el reino de acogida por los mismos motivos que lo habían obligado a dejar el país vecino;

es muy posible, pero ninguna indicación tenemos a tal respecto, que hubiese ayudado Vizinho en las ediciones de Leiria, o, lo que será aún más verosímil, en el trabajo de traducir al latín y al castellano el texto explicativo que antecede a las tablas, originariamente escrito en hebreo.

La estructura de las tablas solares de Zacuto fue indicada antes: cuatro de ellas dan los lugares del Sol para el cuatrienio 1473-1476 (al contrario de otras que hice referencia, éstas no se inician pero terminan por el año bisiesto), siendo las coordenadas establecidas para el mediodías, en cada día y en el lugar en que se procedió a su cálculo; y una *tabula declinationis planetarum et solis ab equinoctialis,* que, como las ya referidas, daba la declinación, en grados y minutos, de cualquier punto de la eclíptica en función de su lugar, como quedó dicho, expresado en grados enteros de cada signo. Añádase que en la misma página donde se insertó esta tabla de declinaciones fue impresa una *tabula equationis soli*, donde Zacuto proporciona los valores de corrección a introducir en los lugares del Sol tableados, para las llamadas revoluciones completas o cuatrienios pasados sobre el cuatrienio raíz; anteriormente ya me referí a esta *tabula.*

En el segundo capítulo de los *Cánones* de la obra (y seguimos la versión castellana) se enseña a calcular el lugar del Sol en cualquier fecha de un año *A* posterior al cuatrienio base, 1473-1476. Hecha la diferencia *A*-1472, el resto y el cociente de la división de esa diferencia por cuatro, indicarían, respectivamente, el número de orden de la tabla de los lugares a consultar (para este hecho, las tablas de 1473, 1474, 1475 y 1476 correspondían a los números 1, 2, 3, y 0) y el número de «revoluciones completas» (ciclos de cuatro años) recorridos desde el año raíz hasta el año *A*. En la *tabula equationis solis* se leía, enfrente del número indicativo de ese resto, la corrección aditiva que debía ser introducida al valor de lugar leído para el día considerado, en la tabla indicada por aquel resto. Conociendo el lugar del Sol, la *tabula declinationis* proporcionaba, finalmente, el valor de la declinación solar para la fecha deseada; como fue dicho antes, este último paso exigía por vía de regla una interpelación, pues la *tabula* apenas da las declinaciones para grados enteros de los lugares de cada signo.

Hasta la contribución de Pedro Nunes para la marinería, todas las tablas náuticas donde es posible indicar con seguridad un origen fueron calculadas a patir de los elementos conocidos por el *Almanach*

Perpetuum. Sabemos que Zacuto consideraba 23° 33' como valor de la oblicuidad de la eclíptica, y todas sus declinaciones están tabuladas en función de ese ángulo, que también aparece sin excepción en todas las tablas portuguesas hasta las del *Tratado en Defensa de la Carta de Marear*, publicado en 1537; en esta obra Nunes consideró que los tres minutos habitualmente considerados más allá de los 30 eran «sujetos», pasando por eso a basarse en una oblicuidad de 23° 30', siguiendo el número antes adoptado por Jahannes Müller (Monterrégio), como también antes quedó dicho.

Es oportuno volver por un momento a las afirmaciones de João de Barros a propósito de las que suponemos son las primeras tablas náuticas portuguesas del siglo XV, pues fue a partir de ellas cuando sin razón se dedujo la primacía de la ciencia germánica de aquella época de los espectaculares progresos técnicos de la náutica, ensayados e impuestos por las navegaciones portuguesas. Barros describió:

> ... en tiempo de el Rey D. João el segundo fue por él encomendado este negocio al maestro Rodrigo y al maestro José Judío (José Vizinho), ambos sus médicos, y a un tal Martim da Boémia, natural de aquellas partes, él que se gloriaba de ser discípulo de Joanne de Monte Regio, famoso astrónomo entre los profesores de esta ciencia, los cuales hallaron esta manera de navegar por la altura de Sol, que hicieran sus tablas para la declinación de él, como ahora se usa entre los navegantes...

Este pasaje ha sido muy discutido desde que Alexandre von Humboldt lo aprovechó inadvertida pero tendenciosamente en una de sus obras; y, como dije anteriormente, tiene continuadores, éstos sin cualquier disculpa. Es bueno que se esclarezca de una vez este punto; sin embargo me coloqué en la fastidiosa situación de repetirme en parte. En la interpretación del famoso sabio Humboldt «el gran cosmógrafo de Nüremberg», Martinho da Boémia (epíteto que éste tal vez no mereciese, pero hizo escuela y perdura) habría sido el más diligente y más útil e los colaboradores de don João II, siendo hasta quien recibió el encargo real «de calcular una tabla de declinación del Sol y de enseñar a los navegantes a guiarse por las alturas del Sol y de las estrellas».

Varios historiadores, guiados por el prestigio de Von Humboldt, apuntaron las *Efemérides* de Jahannes Müller como la fuente de la que Martinho da Boémia se sirvió para calcular las tablas del tipo que los

navegantes portugueses utilizaron inicialmente, sin embargo, casi todos se olvidan de los hombres de dos judíos citados por los cronistas, que habrían sido sus compañeros en esa tarea, y que Barros, además, cita en primer lugar.

Ni por la afirmación de Barros consentir una interpretación que coloca a Behaim en una situación prominente, ésta es menos falsa, como muestran argumentos muy pertinentes manifestado por Ravenstein, Bensaúde y, aún más decisivamente, por Pereira da Silva. A pesar de haber hablado antes de la «poca posibilidad cronológica» y de haber participado Behaim, con contribución y peso, en aquel trabajo, tal vez no esté fuera de propósito insistir en el caso.

Ravenstein fue quien levantó las primeras objeciones serias a la hipótesis de una participación decisiva de Behaim en los trabajos preparatorios para la náutica astronómica basada en observaciones solares; más aún, admitía que hubiera sido él quien llamó la atención de los matemáticos portugueses para las *Ephemérides* de «Monte Regio». Se aceptaba, por tanto, que fuera ésta la obra a la que recurrirán para la resolución de aquel problema.

Bensaúde se dedicó a analizar todas las ediciones de las *Efemérides* de Müller, publicadas entre 1474 (es la primera) y 1498, concluyendo que las declinaciones solares indispensables para la elaboración de tablas náuticas no se encontraban en ninguno de los ejemplos por él utilizados fueron sin embargo encontradas, en otra obra del mismo autor: la *Tabula Directionem*, publicada en 1475. De este modo la opinión de Von Humboldt, y la de los que le siguieron, seguía siendo plausible desde que las *Efemérides* siempre citadas se uniesen a una referencia de la *Tabula*, libros que estaban ambos publicados cuando Martín Behaim llegó a Portugal. Los dos volúmenes —se insiste— resolvían el problema del que habrían sido encargados Behaim y los dos astrólogos judíos, y podía ser el resultado de la solicitud del primero que ambos hubiesen llegado al conocimiento de tales obras. Volvía así a la superficie, con toda validez, la sugestión —además hecha en sentido restrictivo— de Ravenstein. Todavía, analizando las tablas de Müller, Bensaúde encontró en ellas, como ha sido más de una vez anotado en este libro, una particularidad importante: la máxima declinación en esas tablas atribuida al Sol es de 23° 30', cuando en todas las tablas cuatrienales náuticas usadas hasta el tiempo de Pedro Nunes (y en la casi

totalidad de las que aparecen después) ese máximo era de 23° 33' (o sea, el valor de Zacuto).

Cabe a Luciano Pereira da Silva desvanecer las últimas dudas que por ventura aún subsisten sobre el asunto; partiendo de los números dados por el *Almanach Perpetuum*, repitió los cálculos necesarios para obtener las tablas cuatrienales del tipo de las usadas en náutica; aparte de algunas pocas anomalías, fácilmente explicables por descuidos de los calculadores o de los copistas o, incluso, de los impresores (cuando fueron impresas), se puede encontrar los mismo números que aparecen registrados en las tablas usadas por los pilotos portugueses de los siglos XV y XVI; y, para el último caso, como se verá, eso es hasta particularmente significativo. En las páginas que siguen voy, por tanto, a referirme más despacio a esos trabajos de Pereira da Silva, que tuvo oportunidad de repetir y confirmar.

***

Dije anteriormente cómo de las tablas de Zacuto era posible deducir las declinaciones de cualquier punto de la eclíptica (y en particular del Sol, que aparentemente la describe en un año), a través de un proceso aritmético negligente y que con frecuencia podía conducir a errores. Es interesante decir que, por eso mismo, salió equivocado el valor de la coordenada presentada como ejemplo de ese cálculo en los mismo cánones del *Almanach Perpetuum*: para obtenerse la declinación solar el 15 de marzo de 1945 se indica que el lugar del astro sería 3° 52' en Aries, cuando en verdad el cálculo correcto dará 3° 56' en el mismo signo.

Este inconveniente se agrava, como es evidente, si esta operación estuviera a cargo de los pilotos, no sólo porque tendrían que trabajar en condiciones más deficientes que los astrólogos, sino también porque generalmente no tenían la agilidad de cálculo aritmético de la que los últimos darían prueba. Es bueno no olvidar que las más simples operaciones de cálculo exigían entonces bastante pericia; eso llevó a Fontoura da Costa a afirmar que las tablas con la estructura de las de Zacuto —aunque más tarde su uso náutico hubiera sido aconsejado por Pedro Nunes— sólo podían ser usadas por «un astrónomo o por quien poseyera una sólida cultura astronómica (...)»; los marítimos no poseían, en general, la instrucción suficiente para los cálculos necesarios, complicados en demasía para gente tan simple, y añadió: «El *Almanach* era

un libro de gabinete, para astrónomos, astrólogos y cosmógrafos». En el mismo orden de ideas, Moreais e Sousa también escribían que las tablas de Zacuto «eran exclusivamente destinadas a los astrónomos y astrólogos, a quien sólo interesaba el conocimiento del lugar del Sol», y reforzando su opinión, adelantó aún que las interpelaciones exigidas en el cálculo de las declinaciones eran «absolutamente incompatibles con la limitada instrucción de los pilotos».

Estas observaciones, que hasta cierto punto podrían ser consideradas pertinentes, exigen un comentario. Es cierto que no se sabe de un solo caso en que un piloto hubiera usado tablas como las de Zacuto en la determinación de una latitud, pero es igualmente verdad que a veces las tuvieron a su disposición y que algunos sabrían cómo servirse de ellas. Esos dos hechos son testimoniados por Francisco Rodríguez, que se refiere a las tablas de ese tipo y a su uso en náutica en un pequeño cuaderno sobre cosas de marinería que nos dejó; por él se ve que este piloto estuvo en presencia de un grupo de tales tablas solares que tenían 1508 por año raíz; a pesar ser el texto poco claro, no hay margen de duda al respecto de este hecho, vista la referencia, será seguida de un ejemplo que cabalmente la esclarece.

Como este asunto nunca fue tratado por los historiadores de la náutica de los descubrimientos, he de dedicarle algunas palabras más.

Los primeros pasos de aquel texto de Francisco Rodríguez son los siguientes:

> El grado que hallarás sobre el grado de cualquiera de los signos: de las cuatro tablas entonces tendréis el verdadero lugar del Sol, y por excusar trabajo y rectificación de una tabla, a la cual hallaréis de la tabla de la declinación a la mano derecha, en la cual se muestra aquello que hemos de añadir en cada una de las revoluciones que han de venir.

El texto está cambiado, como luego se ve por la referencia a «dichas revoluciones», visto que el autor no ha hablado de ellas antes en los fragmentos que nos llegaron, al contrario de lo que se dice en la frase; pero es evidente que en este pasaje se ven cuatro tablas con los lugares del Sol, una tabla de declinación y aún una tabulada con las correcciones aditivas a introducir en los lugares por cada «revolu-

ción (también es éste el término usado por Zacuto) o ciclo de cuatro años recorrido sobre el año raíz. La tabulada con los índices correctivos y la tabla de las declinaciones se encontraban, como se dice, en la misma página, estando la primera a la derecha de la segunda —quiere decir, presentado en la misma disposición que en la obra de Zacuto—. Los datos numéricos de las tablas a que alude Francisco Rodríguez eran, por lo menos en parte, diferentes de las que se encontraban en el *Almanach Perpetuum*. Hechas estas observaciones, continuemos la transcripción, pero ahora conjuntamente con los pasajes análogos de los *Cánones* del astrólogo salmantino.

Francisco Rodríguez

Y por que esto se más claro a quien lo leyera, quiero poner por figura (ejemplo númerico) este ejemplo: que sabemos el verdadero lugal del Sol, a saber, del año de nacimiento de Nuestro Señor Jesús Cristo de 1520 años a los 15 días del mes de Marzo; y quitaréis a los dichos 1520 la raíz de las tablas que son 1508 años, que quedan 12 años. De los cuales quitaréis todos los cuatro años cuantos hallases y os quedarán en la mano cuatro años, el cual os mostrará que habéis de entrar en la cuarta tabla del Sol.

Cánones

Y por que esto se más claro a los leyentes, pongamos ejemplo: quiero saber el verdadero lugar del Sol año del nacimiento de Nuestro Señor de 1495, a 15 días de Marzo; quitaré de 1495 la raíz de las tablas, que son 1472 y quedan 23 años, de los cuales quitaré todos los 4 años cuantos fuera posible y quedaran en la mía mano 3, los cuales 3 me mostrarán que tengo que entrar con la tercera tabla del Sol.

Se verifica, por tanto, una analogía perfecta. Hay, con todo, una observación que hacer sobre la naturaleza de las tablas (más adelante señalaré aún otra diferencia): ambas terminaban en el año bisiesto; se ve que las de Zacuto fueron calculadas para 1473-1476, y las de Rodríguez para el cuatrienio 1509-1512.

Llamo aún la atención para el hecho de los lugares no corregidos para 1520, que fue bisiesto, y se debían leer en la cuarta tabla del grupo, lo que era indicado por la división exacta entre cuatro, del número

de años recorridos desde el año raíz hata 1520; el resto sería, pues, 0, pero Francisco Rodríguez comete un error intencional, diciéndolo igual a 4 (y, por lo tanto, igual al divisor), para obtener por ese medio ciertamente una correspondencia inequívoca entre ese número y la tabla a utilizar, o sea, le atribuía el número 4 a costa de una división errada, y no 0, como hace Zacuto.

Dadas estas explicaciones volvemos a los textos:

Y entonces, después de entrar en la cuarta tabla aquel día propiamente, a saber, 15 días de Marzo, hallaréis que el Sol está en 4 grados y 58 minutos y 31 segundos, los cuales son por tres revoluciones del Sol que son pasadas según lo veréis en la tabla en derecho de las 3 revoluciones, y desde que lo hallaras diréis verdaderamente que el Sol está en 4 grados, 53 minutos y 31 segundos, y tendrán de declinación 2 grados y 20 minutos.

Entonces, entrando en la tercera tabla en el día propuesto, a saber, 15 días de Marzo, y encuentro el Sol que está en 3 grados y 47 minutos de Aries; lo cual, hecho así, a estos grados y minutos les adjunto 8 minutos y 50 segundos, los cuales son por cinco revoluciones del Sol pasadas, según aparece en la tabla en derecho de 5; los cuales, hallados, diremos que el Sol está en 3 grados 52 minutos de Aries».

Se observa que respecto a los *Cânones* del libro de Zacuto, aparte del error antes ya indicado, y de llamar la atención al hecho de que el valor del lugar del Sol dado por la tercera tabla el 15 de marzo sea 3° 47' 35" por redondeo daría 3° 38', y no 3° 47', como está en el texto, y aunque en la época esos errores de redondeo eran vulgares, usamos hoy un criterio que aún no había sido introducido, por lo menos de un modo general, en aquel tiempo.

Se ve también que Francisco Rodríguez, acompañando ahora la explicación de Zacuto, sólo da el valor final del lugar del Sol, sin referir la corrección introducida al número leído en la tabla. Por este camino es, consecuentemente, imposible saber si algunos de los elementos de las tablas utilizadas por Francisco Rodríguez procedían o no del *Almanach Perpetuum*, pero hay otros dos modos de verlos que, salvo en caso de errores de cálculo cometidos por el autor, fue diferente el origen de los números por él manipulados.

De hecho, cuando se calcula por la obra de Zacuto el lugar del Sol para el día 15 de marzo de 1520, se llega al valor de 4° 51' 44'', diferente de aquel que Francisco Rodríguez registró; pero además de eso, se ve que la declinación de 2° 20' —indicada en el texto del *Libro* como correspondiente al lugar de 4° 53' 31'' en Aries— nunca podía haber sido obtenida de la *tabula declinationis* del *Almanach*, pues ésta conduciría al valor de 1° 58'.

Nada más puedo decir acerca de las tablas que Francisco Rodríguez tuvo a su disposición; todavía y a pesar del modo breve e indirecto como se las refiere, podemos sacar dos conclusiones de algún interés: en primer lugar, como antes escribí, mucho antes de Pedro Nunes, algunos pilotos conocían y sabían usar tablas «de gabinete», como las llamó Fontoura da Costa; y, después quedamos a partir del pasaje con una fuerte sospecha, por no decir certeza, de que fueron esporádicamente usadas en la náutica del inicio del siglo XVI tablas análogas a las de Zacuto; pero con los números diferentes a los de éstas, lo que ningún otro texto de la época, salvo el de Francisco Rodríguez, muestra o sugiere siquiera de modo indirecto.

***

El uso de tablas solares de la estructura de las ahora referidas fue ciertamente excepcional; se insiste que el pasaje de Francisco Rodríguez donte tal se revela es el único texto conocido a ellas alusivo; y cuando Pedro Nunes aconseja el uso de sus tablas análogamente construidas —consejo que, de otra manera, no fue generalmente aceptado—, se las menciona como si fueran una novedad en náutica y aunque sabemos ahora que no lo eran.

Más aún, las tablas más usadas, casi exclusivamente en marinería, se caracterizaron por dar las declinaciones del Sol día a día por lectura directa. Su preparación en coordinar una sólo a las cuatro tablas de lugares y la *tabula declinationis* de Zacuto, calculándolas con antecedencia para todos los días de un año dado (tabla solar única) o para todos los días de un cuatrienio dado (tablas cuatrienales siguiendo los cálculos de ejemplos en los pasajes de Francisco Rodríguez y de Abrahám Zacuto), que anteriormente transcribí; al recurrir a las tablas así organizadas, los pilotos no tenían necesidad de cálculos suplementarios. Algunas veces aquellos que preparaban estas tablas naúticas le adjuntaban una colum-

na con los lugares del Sol en cada día. No tenía ninguna utilidad para la determinación de la latitud.

Sólo conozco una «tabla solar única», por cierto con declinaciones y lugares del Sol: fue reproducida en la *Guía Náutica de Munich* y en el *Libro* de Francisco Rodríguez; y en este último caso se cometió un error de 10° por exceso en cada una de las declinaciones solares registradas para el mes de diciembre. Añado que en un manuscrito de la Biblioteca General de la Universidad de Coimbra (Ms. 440 hojas 20-28 vt.°), en apariencia del final del siglo XVI, se encuentra una tabla solar única, *mas para los lugares del Sol,* seguida de una *tabula declinatonis*, análoga a la de Zacuto, y una tabla con las correcciones que debían ser introducidas a los lugares para todos los años del período a recorrer entre 1539 y 1707. Dudo que tal grupo de tablas hayan sido usadas en náutica; si lo fue, no conozco ninguna noticia de tal hecho, sea indirecta o fortuitamente.

Es posible que la tabla solar única de la *Guía* y del *Libro* sea consecuencia de los trabajos de José Vizinho y del maestro Rodrigo, como deja creer Barros y en el que insisten algunos historiadores modernos, a pesar de no haber de tal hecho ningún testimonio; de lo que no hay duda, sin embargo, es que su origen está en el *Almanach Perpetuum*. Mientras tanto, antes de probar esta afirmación, cabe mencionar aquí la relación que Morais y Sousa y Fontoura da Costa sospecharon que existía entre la «tabla solar única» y las desconocidas tablas del Sol organizadas por Ben Verga.

Morais e Sousa comenzó por comparar la tabla de la guía referente al mes de marzo con la del mismo mes del año de 1473 publicada en el *Almanach Perpetuum*; en esta última el equinoccio de primavera tuvo lugar en el día 11 de marzo antes del mediodía, visto el lugar del Sol a esa hora, que resulta ser en la tabla de 20' 3" en Aries; en las correspondientes tablas de la guía el equinoccio tuvo lugar en la misma fecha pero exactamente al mediodía, según Morais e Sousa. Aceptando para la precisión de los equinoccios el valor de 50", 1 (pero en la época el valor más corrientemente usado era el de Albaténio, computado en 1° por cada 66 años), el equinoccio de primavera se habría dado 24 años antes de 1473, o sea, en 1449. Basado en este hecho y en diversas irregularidades de la tabla única, y teniendo aún en cuenta que Abrahám

Zacuto dice que Ben Verga había preparado tablas solares de «modo más» breve, Morais e Sousa concluyó, sin embargo dubitativamente, que el segundo de aquellos hebreos sería el responsable de las tablas de la *Guía Náutica de Munich* a través de estas palabras: «Solicitado por el infante, Ben Verga, aprovechando la próxima o reciente coincidencia del equinoccio con la hora del mediodía, adaptaría a su tabla de declinación a un año civil, entendiendo, y con razón, que ella era suficiente para las observaciones a que era destinada y pensando tal vez que para los cristianos aún era suficientemente buena.»

El parecer de Morais e Sousa sugiere algunos reparos, que creo influyeron en su rechazo. En primer lugar —y eso sería una razón suficiente— la actualización de las tablas solares nada tiene que ver directamente con la precisión de los equinoccios, como además dejé dicho; bastaría atender, como entonces se vio, al hecho de la revolución anual aparente del Sol si no completara un número exacto de días, lo que implicaba un «avance» del astro en la eclíptica y, por tanto, una «anticipación» del equinoccio; en virtud del calendario juliano, por no atender con exactitud a ese hecho, era necesario corregir el «trazo» de los lugares de cualquier tabla de lugares en 1' 46" por cada revolución de cuatro años, o sea, en media, 26", 5 por año, que nada tiene que ver con la precisión.

Por otro lado, Joaquín Bensaúde mostró, en 1912, que en la tabla única de la *Guía de Munich* en donde se presentan las declinaciones que constan de la *tabula declinatonis* de Zacuto, están fijadas para grados enteros de los lugares de los signos; se podría decir que la tabla análoga de Ben Verga (que además no sabemos si existió) repetía esos números; pero tal coincidencia parece bien poco probable en relación a casi cuatro centenas de números, y una indicación en ese sentido coincide con la circunstancia de haber en la tabla congenérica de los *Libros del Saber* varios ángulos discordantes.

Por otro lado, y en el mismo orden de ideas, es arbitraria la selección que se hace de las tablas de Zacuto para la comparación, cuando ignoramos por completo si los elementos del hipotético almanaque de Ben Verga concordaban, o siquiera se aproximaban, a los adoptados por el astrólogo salmantino.

También es importante anotar que en 1449, escogido por Morais e Sousa para base de su razonamiento (anteriormente puesta en cues-

DÍAS	*ALMANACH PERPETUUM* LUGARES 1475, MARZO	LUGARES 1483, MARZO	REDONDEA-MIENTOS	DECLINA-CIONES	*GUÍA DE MUNICH* LUGARES	DECLINA-CIONES
	(Piscis)	Piscis)				
1	19° 57' 49''	20° 01' 21''	20°	3° 59'	20°	3° 59'
2	20 57 18	21 00 50	21	3 35	20	3 35
3	21 56 47	22 00 19	22	3 11	21*	3 11
4	22 56 15	22 59 17	23	2 48	23	2 48
5	23 55 40	23 59 12	24	2 24	24	2 24
6	24 55 05	24 58 37	25	2 0	25	2 0
7	25 54 30	25 58 02	26	1 36	26	1 36
8	26 53 45	26 57 17	27	1 12	72*	1 12
9	27 53 00	27 56 32	28	0 48	28	0 48
10	28 52 14	28 55 46	29	0 24	29	0 24
11	29 51 22	29 54 54	30	0 0	1*	0 0
	(Aries)	(Aries)				
12	0 50 30	0 54 02	1	0 24	2*	0 24
13	1 49 38	1 53 10	2	0 48	3*	0 48
14	2 48 37	2 52 09	3	1 12	4*	1 12
15	3 47 35	3 51 07	4	1 36	5*	1 36
16	4 46 33	4 50 05	5	2 0	6*	2 0
17	5 45 26	5 48 58	6	2 24	6	2 24
18	6 44 19	6 47 51	7	2 48	7	2 48
19	7 43 12	7 46 44	8	3 11	8	3 11
20	8 42 0	8 45 32	9	3 35	9	3 35
21	9 40 44	9 44 16	10	3 59	10	3 59
22	10 39 29	10 43 01	11	4 22	11	4 22
23	11 38 11	11 41 43	12	4 46	12	4 46
24	12 36 53	12 40 25	13	5 9	13	5 9
25	13 35 35	13 39 07	14	5 33	14	5 33
26	14 34 10	14 37 42	15	5 56	15	5 56
27	15 32 45	15 36 17	16	6 19	16	6 19
28	16 31 20	16 34 52	17	6 43	17	6 43
29	17 29 53	17 33 25	18	7 6	18	7 6
30	18 28 22	18 31 54	19	7 29	19	7 29
31	19 26 53	19 30 25	20	7 51	20	7 51

Observaciones.—En los valores señalados con * hubo error tipográfico o lapsus en los redondeamientos.

tión), es discutible por otras razones. De hecho, de los números registrados en la dos tablas para el día diferente por él escogido, no siempre

recogeríamos la misma indicación; por ejemplo: la declinación de 11° 53' indicada en la tabla única para el día 11 de abril, corresponde en la *tabulae declinationis* de Zacuto al lugar de 1° en Tauro; y como la *Tabula prima solis del Almanach* da en este día 38' 30" del mismo signo, de igual modo se podía concluir que la tabla única fue calculada para treinta años antes, esto es, en el año 1443.

La sugestión de Morais e Sousa nos parece, por tanto, inaceptable. Asimismo, Fontoura da Costa, a pesar de divergir también en parte de ella aceptó, tal vez sugestionado por la breve alusión a Ben Verga en la carta de Zacuto al obispo de Salamanca, que la presencia del primer astrólogo en Lisboa no había dejado de ser aprovechada por los hombres que en la época eran responsables de los asuntos náuticos en Portugal; así, para Fontoura da Costa, el astrólogo Ben Verga habría sido el autor de la primera «tabla única» de la marina portuguesa, distinta de la *Guía de Munich* y hoy perdida, que él habría calculado para 1456; el historiador fijaba esta fecha a partir de un dato escrito (la presencia del astrólogo en Lisboa en el año 1457) y de una conjetura: la de que la hipotética tabla sería en todo similar a la de la *Guía* y debía, corresponder, por consiguiente, a un año bisiesto.

Para Fontoura da Costa, en efecto, las tablas del folleto de Munich tuvieron origen en el *Almanach Perpetuum*, habiendo llegado a indicar 1483 como el año en el que habrían sido deducidas. El historiador se basó en cálculos que le permitirían deducir de la *Tabula tertia solis* del libro, con el añadido de 3' 32" debido a las dos revoluciones completas efectuadas por el Sol hasta 1483, casi todos los lugares del Sol escritos en la tabla única; y, a partir de ellos, las declinaciones que ahí se leen. En el cuadro I reunimos los resultados de ese cálculo para el mes de marzo de aquel año, verificándose que efectivamente los números calculados coinciden con los de la *Guía*, salvo algunas pocas (seis, en total) diferencias de 1° entre los lugares que se explican por defectos de redondeo o posibles errores del impresor (además del seguro error de impresión cometido para el día 8 de marzo, que resulta tener cambiado el orden de dos guarismos: de 27° para 72°).

No obstante tener motivación fundamentada el cálculo de Fontoura da Costa, no es lícito afirmar a partir de él que la tabla solar única fuese calculada exactamente en el año 1483, excluyendo la misma probabilidad de haberlo sido para otro año. En efecto, la tercera tabla de

los lugares del Sol servía para 1475 y, después de las necesarias correcciones añadidas, para todos los años subsiguientes que fueran obtenidos por la adición de 1472 de cualquier múltiplo entero de 4, añadiendo de tres unidades: 1479, 1483, 1487, etc. Que la referida tabla de la *Guía* no fue calculada para 1479 se ve del valor ahí escrito para el 31 de marzo; vencida apenas una revolución sobre el año raíz, la que correspondía la corrección de 1' 46", el lugar del Sol, según los números de Zacuto, sería 19° 28' 39" de Aries; y el redondeo a grados enteros daría, por lo tanto, 19° y no 20° como en la *Guía* se lee; y no hubo error de impresión en cuanto a este número, pues es confirmado por el valor de la declinación solar correspondiente.

De esta primera observación resulta que es 1483 el año más recurrido para el cual, en las condiciones en que se habrán calculado las tablas de la guía náutica, servían los valores de los lugares del Sol que presenta. Con todo, no es difícil verificar que seríamos conducidos a los mismos valores en más años de la serie arriba iniciada. Efectivamente, el lugar del Sol en un mismo día de aquellos varios años se presentaba con valores añadidos en virtud del resultado de sucesivas correcciones aditivas, de 1' 46", una por «revolución completa»; y eso acabaría por imponer redondeos que conducirían a números diferentes de los que se escribieron en la guía. El primer lugar del Sol a ser redondeado después de 1483, para un número entero de grados diferentes del de la tabla única, era el día 1 de marzo; y sería necesario que el cálculo del lugar condujera a 20° 30' 1" para que el redondeo de la casa correspondiente quedara en 21° y no en 20° como está allí. Sobre el valor registrado en la *Tertia tabula solis* era necesario, por tanto, introducir, en segundo caso (20° 30' 1") una corrección 31' 12". Al valor mínimo posible de esta corrección correspondían 19 ciclos recorridos sobre 1472 (como se ve por la *tabula aquationis solis*), lo que conduciría al año 1559. Se verifica, por tanto, que la tabla solar de marzo impresa en la *Guía de Munich* podía haber sido preparada, a partir de los números de Zacuto, para cualquier tercer año después de un bisiesto, a comenzar en 1483 y a terminar en 1547.

El estudio pormenorizado de todas las tablas de la *Guía* nos muestra, sin cualquier sombra de duda, que su preparación se hizo con varias arbitrariedades, que el cálculo de la copia no nos permite el redondeo a grados enteros apuntar con seguridad donde tuvo lugar. De cualquier modo, hay certeza (y de eso estoy seguro) en cuanto al año

o años para los cuales fueron deducidas las tablas mensuales. Para no alargarme más allá de lo admisible en este análisis, me limito a indicar en el siguiente cuadro, a título de ejemplo, cómo los valores de los lugares del Sol para los primeros ocho días de mayo no coinciden con los que se pueden deducir del *Almanach Perpetuum* para 1483, y que, por otro lado, el año más recurrido a que esos números se adpatarían variando de línea hacia línea, siendo ya 1537 para el día 8. Quiere decir: los números de la tabla de la *Guía de Munich* están afectados de muchos errores, siendo posible sacar de ellos cualquier indicación para la cual, a partir del almanaque de Abrahám Zacuto, fueron calculados. Lo que, naturalmente, nos llevaría a admitir —como alternativa conjetural— que no habría sido de la obra del judío salmantino de donde salieran tales números; aunque teniendo esto como extremadamente improbable, dado que no conozco ningún almanaque que, con los mismos datos, coincidiese con él en Portugal en la segunda mitad del siglo XV.

ALMANACH PERPETUUM 1483, MAYO			*GUÍA DE MUNICH*	
DÍAS	VALORES	REDONDEAMIENTOS	VALORES	AÑO MÁS RETRASADO
1	19° 25' 58"	19°	20°	1495
2	20 23 27	20	21	1499
3	21 20 56	21	22	1503 a)
4	22 18 25	22	23	1507 a)
5	23 15 53	23	24	1515
6	24 13 21	24	25	1519 a)
7	25 10 45	25	26	1527
8	26 08 08	26	27	1537

a) Con redondeamiento forzado.

Me parece más prudente concluir que la tabla solar única era bastante incierta, incluso para las determinaciones aproximadas de latitudes que interesaban a los navegantes de ese tiempo. Y eso pude haber sido uno entre varios factores, pero de los más decisivos, para exigir la preparación de tablas cuatrienales, de las que paso enseguida a ocuparme.

Las más antiguas tablas cuatrienales de declinaciones solares impresas en todo el mundo son las de la *Guía de Évora*, cuya edición ha sido fijada, a partir de ellas, en *ca.* 1516, pues se asegura que fueron

calculadas para el cuatrienio recorrido entre 1517 a 1520; Valentín Fernández las reimprimió en 1518, en la primera edición del *Reportório dos Tempos.* La primera de las tablas de la *Guía* proporciona los lugares del Sol y sus declinaciones para el año bisiesto designado, las tres restantes apenas reproducen las coordenadas solares de interés en náutica, o sea, las declinaciones; lo mismo hizo, de sobra, Valentín Fernández.

Este conjunto de tablas solares fue ciertamente, sin embargo, no sólo único, sino el más vulgarizado en el transcurso de todo el siglo XVI, incluso para más allá del límite de tiempo en que era lícito usarlo sin incurrir en grandes errores. Para tenerse una idea de esa amplísima aceptación, puedo indicar aquí que lo vamos a encontrar en el *Libro de Marinería* de João de Lisboa y en la *Guía de Wolfenbüttel*, dos recopilaciones donde las cuatro tablas que lo componen están completas, o sea, presentan lugares y declinaciones del Sol (los dos únicos casos de mi conocimiento en que tal hecho acontece); en el *Libro de Marinería* de Manuel Álvarez y en el de Bernardo Fernández, uno y otro sólo con las declinaciones, como además ocurre en todas las copias hechas por cartógrafos, enseguida referidas en el referido *Regimiento de la Declinación del Sol,* manuscritos anónimos del Archivo Nacional de la Torre del Tombo; en diversos atlas que incluyen hojas con datos astronómicos de interés para la náutica, como los de Lázaro Luís (1563), Bartolomeu Velho (*ca.* 1560) y algunos de Fernando Vaz Dourado (por ejemplo, los de 1568 y 1570); y aún otros libros y recopilaciones. Para quedarse con una idea de la divulgación que tuvo este grupo de tablas, se debe añadir que fue adoptado en varias recopilaciones hechas en el extranjero, o en libros editados fuera de Portugal, pudiendo de momento citar *La Cosmographie avec l'esphère et Le Règime du Soleil*, textos reunidos por Jean Alphonse Saintouge a mediados del siglo XVI, sólo editado en 1904; *The Brief Summe of Geography* de Roger Barlow, de 1573, reeditado en 1939 por Eva Taylor; en la traducción italiana anónima en un códice de Florencia, etc.

El estudio de las tablas se simplifica cuando se indican sus lugares, y esto es cierto por haber sido del *Almanach Perpetuum*, como se confirmará, que les dio origen, y ahí los lugares están fijados hasta el segundo del arco, en cuanto que las declinaciones son proporcionadas con aproximaciones hasta el minuto; y porque las copias de la recopilación de João de Lisboa y la *Guía de Wolfenbüttel* presentan los lu-

gares, fue a partir de ahí que Luciano Pereira da Silva las estudió minuciosamente.

Este matemático e historiador comenzó por considerar el caso de la tabla del año bisiesto, concluyendo que, además de los datos del *Almanach Perpetuum,* para que se llegase a los números de la *Guía de Évora* era necesario hacer redondeos a minutos enteros después de adjuntar los números de la obra de Zacuto 19' 25", corrección que corresponde a 11 «revoluciones» del Sol —o sea, corresponde a 44 años transcurridos entre 1476 (año bisiesto de las tablas del *Almanach*) hasta 1520—. En el siguiente cuadro comparo, a título de ejemplo, los ángulos así calculados para la primera quincena de marzo de 1520 con aquellas que la *Guía* registra para las mismas fechas; hay una anomalía, cuyo origen se me escapa, y dos redondeos incorrectos.

DÍAS	*REGIMIENTO ÉVORA* AÑO BISIESTO, MARZO		*ALMANACH PERPETUUM* 1580, MARZO
	LUGARES DEL SOL	DECLINACIONES	LUGARES DEL SOL
1	21° 02'	3° 35'	21° 02' 07"
2	22 02	3 11	22 01 36
3	23 01	2 48	23 01 05
4	24 01	2 24	24 00 32
5	25 00	2 00	24 59 56
6	25 59	1 36	25 59 21
7	26 58*	1 12	26 58 45
8	27 58	0 48	27 57 59
9	28 57	0 24	28 57 13
10	29 57	0 01	29 56 26
11	00 55*	0 23	0 56 25
12	1 54*	0 47	1 54 41
13	2 54	1 10	2 53 47
14	3 53	1 34	3 52 46
15	4 52	1 58	4 51 44

* Redondeos incorrectos.

Luciano Pereira da Silva sometió a este análisis las restantes tablas del conjunto, concluyendo que los valores fueron calculados para los años 1517, 1518 y 1519; por otro lado, pude detectar un error que se verifica en los lugares del Sol apuntados para el segundo semestre del

año bisiesto; no son los respectivos a 1520, aunque muy a propósito las declinaciones que a su lado se insertan son las de ese año, pero repiten los valores que, para el mismo período de tiempo, se pueden leer en la tabla de 1517, como muestro en el cuadro IV. El mismo historiador añadió después que este error no se repite en la copia de las tablas que fue hecha para el *Libro de Marinería* de João de Lisboa; podemos añadir que tampoco ocurre en la *Guía de Wolfenbüttel*, a pesar de que algunos números de esta transcripción pueden ser diferentes de los registrados en la recopilación atribuida a aquel piloto.

A pesar de éstas haber sido las tablas más usadas en la época, no son las más antiguas tablas cuatrienales, ni las únicas que los pilotos tuvieron a su disposición. Luciano Pereira da Silva estudió las que Fernández de Enciso publicó en su *Suma de Geografía* (obra editada en 1519) y concluyó que reproducían los lugares calculados a partir de Zacuto para 1497, a pesar de los muchos errores que hay en ellas, en su mayor parte motivados por el hecho de haber utilizado Enciso la escritura romana para los números.

La existencia de esas tablas estaba en relación en el viaje de Vasco de Gama, donde además se sabe han sido hechas observaciones solares, y aquel estudio destacó luego la importancia de tal descubrimiento; pues la utilización de tablas cuatrienales en aquel viaje era un imporante indicativo, según se ve, del modo seguro como él fue preparado.

Algunos años después Jaime Cortesão afirmó, y es exacto, que el *Libro* de Enciso no era el único documento de la época que testimoniaba por la existencia de tablas para períodos de cuatro años aún en el siglo XV:

> En una de las primeras series de tablas del *Libro de Marinería* de André Pires —escribió Jaime Cortesão— los lugares del Sol, por descuido vulgar y común a otras tablas del quinientos, pertenecen a un cuatrienio anterior, precisamente el de 1497-1500, vestigio seguro de unas tablas redactadas para ese período.

También Fontoura da Costa se ocupó de este problema, haciendo acompañar sus comentarios de cuadros que posibilitan la comparación de ocho valores de lugares del Sol, registrados en las tablas de André Pires, con los deducidos del *Almanach Perpetuum* y los publicados en el libro de Enciso, llega a concluir:

> ... en los dos grupos de tablas solares de declinación, que preceden el manuscrito de André Pires, se encuentran lugares del Sol que, para algunos meses, son los de 1497-1500, y para otros los referentes a 1517-1520, en cuanto que las declinaciones son apenas para este último cuatrienio.

La importancia de esos hechos para la historia de la náutica en general, y de la náutica portuguesa de los descubrimientos en particular, me llevaron a estudiar con detenimiento las tablas de André Pires, cuando en 1963 edité su *Libro de Marinería.* Después de haber procedido a la revisión de todos los lugares de sus tablas (y a través de esas coordenadas, como antes dije, donde más fácil se vuelve deducir el año que una tabla dice al respecto), y de corregir muchos de los números que de toda evidencia estaban errados, por lapsus de cálculo o por descuidos de copistas, llegué a la conclusión de que las tablas solares de André Pires provienen de seis grupos de tablas cuatrienales diferentes que, por cualquier razón desconocida, fueron arbitrariamente aprovechadas en la organización del códice.

Un hecho importante a señalar es el de encontrase ahí representados los cuatrienios de 1493-1496, con cuatro meses de 1494 en el primer grupo de las tablas y apenas un mes de ese mismo año en el segundo grupo; y el de 1497-1500, con todos los meses de 1497, siete meses de 1498, ocho meses de 1499 y seguramente sólo un mes (el de enero) de 1500 —todo esto en el primer grupo de tablas— y todos los meses igualmente de 1497 y cinco meses de 1498 en el segundo grupo.

Más allá de estos residuos de tablas cuatrienales, hay en la recopilación de André Pires fragmentos de otras que habrán sido calculadas para 1500-1504 (con apenas tres tablas mensuales en el primer grupo), 1517-1520 (que sólo aparecen en el segundo grupo) y 1549-1552 (con los valores de cuatro meses también en el segundo grupo).

De todos estos residuos de diversas tablas solares cuatrienales, para cuya inclusión en el mismo manuscrito no será fácil encontrar una explicación convincente, sólo puede haber dudas en lo que respecta a la identificación referente a agosto de 1523; en verdad, es la única del cuatrienio que respeta (1521-1524) sobre todo después de las fundamentales correcciones que le introducimos, sólo el 70 % de los lugares del Sol que presenta coinciden con las mismas coordenadas sacadas de los números del astrólogo Zacuto para aquel año.

Del análisis de los dos grupos tabulados reunidos en el *Libro* de André Pires podemos concluir, por consiguiente, que fueron calculados para la marinería, en diversas épocas, tablas cuatrienales solares, que muy a propósito hubieran sido las de 1517-1520 las que tuvieron mayor aceptación. Y debe aún decirse que del análisis de esa obra dejada en el siglo XVI en copia manuscrita verificamos que aún para el cuatrienio de 1547-1551 se recurrió al *Almanach Perpetuum* para la elaboración de las tablas del Sol.

***

Los pilotos tuvieron, mientras tanto, a su disposición otros dos medios de obtener el valor de la declinación solar día a día. De ellos me voy a ocupar aún; muy a propósito se debe advertir que no tuvieron gran aceptación —uno por ser demasiado complicado y el otro por conducir a imprecisiones inaceptables—. A esos dos medios, que por el hecho de encontrarse registrados en obras de los navegantes fueron casi con toda certeza ensayados en navegación, hay que añadir otro proceso gráfico propuesto por Pedro Nunes, que no habrá llegado a la práctica marinera, tal vez por ser considerado bastante más complicado que los otros dos; en todo caso, como veremos, era absolutamente correcto.

Consideremos el primero de los dos medios aludidos, que consiste en dividir el movimiento anual aparente del Sol en la eclíptica en períodos que se puedan considerar uniformes. Está claro que la observación cuidada de ese movimiento nos muestra que no hay en él cualquier uniformidad pero los reflejos sobre la declinación, siempre que tal uniformidad existiera, serían de hecho más bien lentos, cuando el astro se encuentre cerca de los solsticios que lo que ocurre cuando está en las proximidades de los equinoccios.

Es, de hecho, lícito suponer que el Sol describiera toda su circunferencia aparente anual en el zodíaco con movimiento uniforme, y hubo quien lo hiciera; se supone entonces que el Sol aumentaba de 1° por día su «lugar» en la eclíptica (ahora el padre Francisco da Costa entendería, y bien, que tal valor era excesivo, y propuso que se considerase, con pequeño defecto, 59' 5" por día), comprobando la progresión a razón de 1° por día, se llegaba a un error de 5° por exceso al final de un año común. Tal error podía ser atenuado dividendo la posición del Sol al final de cada signo, o sea, «forzando», a pesar de eso, el astro a tener el lugar acertado a la fecha de la entrada de cada signo. Otro

procedimiento, bastante más correcto porque en el movimiento aparente en signo no era uniforme, sería suponer que la variación de la declinación solar se mantenía constante en ese cierto número (además variable) de días consecutivos, llamados «cursos» del astro, obtenidos por la fragmentación del tiempo en que se mantenía en el signo.

Esta última hipótesis simplificada del movimiento anual aparente del Sol permitía que se elaborase un «regimiento» sobre la declinación del astro, en vista de que era posible fijar día a día el valor de esa coordenada ecuatorial por un conjunto de reglas que, sin embargo, no fueran de fácil memorización podían dispensar el recurso a tablas.

En el *Libro de Marinería* de André Pires se encuentra un conjunto de enunciados de esta naturaleza para los primeros tres signos del zodíaco recorridos por el Sol, a partir del equinoccio de primavera. En el estudio crítico que antecede a mi edición de ese libro se probó que los enunciados del «regimiento» se basan en la *tabula declinationis planetarum et solis ab equinocialis* de Zacuto, y se mostró que el copista del manuscrito omitió algunos períodos y erró en la transcripción de varios números. También escribí entonces que el «regimiento» me parecía incompleto, por acompañar sólo la marcha aparente del Sol en los signos de Aries, Tauro y Géminis; pero esta opinión tiene que ser corregida, y por ahí comenzaré.

De hecho, se puede considerar que el movimiento del Sol en los restantes tres grupos de tres signos (o en las restantes estaciones del año, además de la primavera considerada en el texto), repite por el mismo orden, o por orden inverso, la «marcha» descrita en las tres reglas que se copiaron para el códice, y entonces el regimiento puede ser considerado completo, pues da la posibilidad de que se acompañaran todos los «recursos» solares hasta el final de la revolución aparente del astro alrededor de la Tierra; y esta interpretación está perfectamente de acuerdo con el texto, pues coincide al final del regimiento con un pasaje que la confirma, como se verá.

A este respecto, diré más precisamente que la variación de la declinación del Sol del solsticio de verano hasta el equinoccio de otoño (signos: Cáncer, Leo, Virgo; estación: verano) y del solsticio de invierno hasta el equinoccio de la primavera (signos: Capricornio, Acuario, Piscis; estación: invierno) seguirán, *por orden inverso*, pero en igual cadencia, las variaciones diarias de la misma coordenada astronómica del Sol del equinoccio de la primavera hasta el soslticio de verano, que en el manuscrito se registran (signos: Aries, Tauro y Géminis; estación: pri-

mavera); por último, las variaciones de la declinación solar en estos últimos tres signos serían idénticas, en los valores, en el orden y en la marcha, así como las variaciones que la coordenada experimentaba del equinoccio del otoño al solsticio de invierno (signos: Libra, Escorpión y Sagitario; estación: otoño).

Si representáramos lado a lado estos tres grupos, insertándolos en un cuadro en orden que el Sol los recorre, e indicando con flechas el movimiento del astro, se tendrá:

↓	↑	↓	↑
(Principio)	(Fin)	(Principio)	(Fin)
ARIES	VIRGO	LIBRA	PISCIS
(Fin)	(Principio)	(Fin)	(Principio)
(Principio)	(Fin)	Principio	(Fin)
TAURO	LEO	ESCORPIÓN	ACUARIO
(Fin)	(Principio)	(Fin)	(Principio)
(Principio)	(Fin)	(Principio)	(Fin)
GÉMINIS	CÁNCER	SAGITARIO	CAPRICORNIO
(Fin)	(Principio)	(Fin)	(Principio)

Creo que este cuadro permite comprender mejor lo que se acaba de decir; deja en evidencia, según me parece, que la descomposición de Aries en «cursos», en los que es constante la variación de la declinación, se repite por el mismo orden en Libra y por orden inverso en Virgo y Piscis; al fin y al principio de estos dos últimos signos corresponden respectivamente el principio y el fin de Aries (o de Libra); y el mismo para los pares Leo y Acuario de un lado, y Tauro y Escorpión, del otro o Cáncer y Capricornio, en el primer caso, y Géminis y Sagitario en el segundo; en estos nuevos casos indicados también los «cursos» son iguales (con los recursos inversos, se repite).

En el final del texto de André Pires, antes de ser indicados los días del año en que el Sol entraba en cada signo, hay una nota que me parece haber sido escrita para llamar la atención sobre el procedimiento ahora indicado, teniendo como único objetivo informar al lector sobre el hecho de las reglas copiadas en el texto y referente a los signos Aries, Tauro y Géminis que también podía acompañar el movimiento del Sol en los tres signos inmediatos. El texto, bastante lacónico, es el siguiente:

> Se entenderá de esta manera: el fin de Géminis con el comienzo de Cáncer; y el fin de Cáncer con el comienzo de Leo; y el fin de Leo

con el comienzo de Tauro. El fin de Virgo con el comienzo de Aries, y el comienzo de Virgo con el fin el Aires.

En este esclarecimiento faltan, como es evidente, anotaciones para los restantes tres pares de signos: Libra-Piscis, Escorpión-Acuario, Sagitario-Capricornio. El manuscrito está, no obstante, muy alterado, con omisiones y con errores, que en adelante se reconocerán; y esa referencia podrá haber existido en el original, no habiendo sido pasada a la copia.

Pasando ahora los números dados en la tabla de declinaciones de Zacuto, dichas en función de los lugares del astro, vamos a ver cómo permiten no sólo intercalar los pasajes del regimiento que se omitieron en la transcripción, como también corregir algunos números en él errados. Sintetizamos ese estudio en el cuadro anexo, donde se escribirán las declinaciones y sus añadidos con el aumento de 1° en 1° del lugar, según la *tabula declinationis* del *Almanach Perpetuum*; se apuntan igualmente allí las descomposiciones de cada signo en «cursos» en los que el añadido es considerado constante (en rigor no lo es, pero las diferencias en relación al valor tomado por medio no exceden 1' y son raras), siendo ésos los valores indicados en el «regimiento».

Las declinaciones al final de cada «curso» son proporcionadas, con algunas incorrecciones, en relación con las adiciones antes hechas, en los enunciados de André Pires, y no hay duda de que el objetivo del anónimo autor del regimiento al cometer esa aparente arbitrariedad era obligar al lector a volver al valor exacto de la declinación del Sol cada vez que el astro iniciaba un nuevo «curso». En verdad, la circunstancia de fijar en minutos enteros el añadido a adoptar en cada período considerado (cuando la media exacta de las diferencias de declinaciones dadas de grado en grado de los lugares se expresa en minutos y segundos), producía al final de un «curso» una diferencia de algunos minutos de arco entre la declinación obtenida por sucesivas adiciones del añadido y la declinación de las tablas; y para que tales errores no se fueran acumulando, el regimiento daba al lector el valor correcto de la declinación del Sol; según la tabla de Abrahám Zacuto, cuando se pasaba de un curso hacia otro, sobre este valor exacto se debía comenzar a contar el añadido indicado para el nuevo «curso» entonces iniciado.

Esta observación y el análisis del cuadro supongo serán suficientes para comprender las enmiendas que proponemos seguir para el texto

del «regimiento». Se hace la reproducción completa del texto, procurando restituir en los enunciados los pasajes que el copista habría pasado en claro; las inserciones van impresas en cursiva, y las alteraciones que se introducirán, también en cursiva, seguirán en paréntesis las palabras, frases o números del original:

SI QUISIERAS SABER LO QUE EL SOL CURSA POR LOS SIGNOS Y LO QUE EL SOL HACE DE DECLINACIÓN (DISTANCIAMIENTO)

En Aries, 3 cursos.

Idem. El primero es desde que entra en el primer grado del signo hasta 12 grados del signo, que son 11 casas; que hace el Sol en cada día 24 (23) minutos; donde tiene en este grado el signo 4 grados y 20 (30) minutos de declinación. De estos 12 grados del signo hasta 24 grados *hace el Sol* en cada *día* 23 minutos; *y en este último grado del signo tiene 8 grados y 59 minutos de declinación.*

Idem. De estos 23 grados hata que el Sol sale del signo, que son 7 casas hace cada día 22 minutos; donde tiene, en estos grados del signo, 11 (4) grados y 32 (30) minutos de declinación.

Hace el Sol en Tauro 5 cursos.

Cuando el Sol entra en este primer grado del signo, hace de *declinación* (distanciamiento) entonces el Sol 11 grados y 23 minutos; y desde que entra en el primer grado hasta los 6 grados hace 21 minutos *cada día,* donde tiene estos grados de *declinación* (distanciamiento): 13 grados y *35* (30) minutos. De 6 (16) grados hasta los 12 del signo hace *el Sol en cada día* 19 minutos; donde tiene este grado los 12 hasta los 18 grados del signo, hace el Sol en cada día 18 minutos; *y en este último grado del signo tiene 17 grados y 17 minutos de declinación. Y desde los* 18 hasta los 23 (24) grados del signo, el Sol hace 16 minutos *en cada día,* donde se tiene de declinación 18 grados y 37 minutos de declinación. Y desde *23* (24) hasta que sale del signo hace cada día 14 minutos, donde tiene en este día *20* (24) grados y 15 minutos.

El Sol hace en el signo de Géminis seis cursos. Y cuando el Sol entra en el primer *grado* de Géminis, el Sol tiene entonces *20* (24) grados y *27* (20) minutos *de declinación*; y desde el primer grado del signo hasta los 5, hace el Sol 12 minutos, donde tiene en ese grado del signo grados y *14* (17) minutos *de declinación*. Y desde los 5 hasta los 9 (10) del signo, hace cada día 10 minutos; donde tiene, en ese grado del signo, 21 grados y 54 minutos de declinación.

> Y desde los 9 (10) grados del signo hasta los *14* (5) *el Sol* hace 8 (6) minutos *en cada día*; donde tiene entonces, *en este último grado del signo,* 22 grados y 35 minutos *de declinación*.. Y desde los *14* (15) hasta los *21* (20) del signo, hace cada día el Sol *6* (3) minutos; donde tiene entonces el Sol *de declinación* (distanciamiento) 23 grados y *14* (22) minutos. Y desde los *21* (29 del signo hasta 25 del signo hace el Sol en cada día *3* (2) minutos; donde entonces la *declinación* (distanciamiento) 23 grados y *27* (22) minutos. Y desde los 25 días del signo hasta que sale, hace cada día un minuto; donde tiene entonces 23 grados y 33 minutos *de declinación*».

No puede dejar de reconocerse que el conocimiento de declinaciones solares a través de este conjunto de reglas era poco práctico; por tanto, la existencia del «regimiento» y el hecho de encontrarse copiado en una recopilación que fue claramente obra de pilotos nos muestra que por lo menos algunos de ellos tenían en cuenta, con más receptividad de la que muchas veces precipitamente se les atribuye, las reglas preparadas por astrólogos —como acredito que éstas hayan sido—; y muestra, más allá de eso, que se multiplicaban las tentativas para la resolución de un problema fundamental de la marina del final del siglo XV y de la primera mitad del XVI. Los muchos errores cometidos por el copista —admitiendo, como todo parece indicar, que el «regimiento» tuvo por raíz las referidas tablas del *Almanach Perpetuum*— parece indicar que no estaba instruido ni interesado por el proceso, del cual, además, no tenemos ninguna comprobación de que haya sido usado en la práctica.

A pesar de haber sido de hecho poco usado, el texto no caería en completo olvido. Por ejemplo: el padre Francisco da Costa, en su *Arte de Navegar* dice que es de 59' y poco más de 8" el añadido *medio* del lugar (y la longitud) del Sol; así, sabidas las fechas de entrada en cada signo, que muchos textos náuticos registraban, era fácil saber diariamente el lugar del astro, y obtener después la declinación a través de un ábaco que aconseja y describe; tal modo de proceder no es exactamente el prescrito en el «regimiento» antes estudiado, pero es el equivalente.

Siglo y medio después del regimiento copiado por André Pires, Luís Serrano Pimentel también había de referirse al asunto presentado, de hecho una fórmula mnemotécnica para tener siempre presentes las fechas de las entradas del Sol en los varios signos del zodíaco. La manera de llegar a esas indicaciones es engañosa. Pimentel, como antes

LUGARES	ARIES Y LIBRA			TAURO Y ESCORPIÓN			GÉMINIS Y SAGITARIO		
	DECLINACIONES	AÑADIDOS	AÑADIDO MEDIO POR CURSO SEGÚN EL REGIMIENTO	DECLINACIONES	AÑADIDOS	AÑADIDO MEDIO POR CURSO SEGÚN EL REGIMIENTO	DECLINACIONES	AÑADIDOS	AÑADIDO MEDIO POR CURSO SEGÚN EL REGIMIENTO
1	0º 24'	24'	24'	11º 53'	21'	21'	20º 27'	12'	12'
2	0 48	24		12 14	20		20 39	12	
3	1 12	24		12 34	21		20 51	12	
4	1 36	24		12 55	20		21 3	11	
5	2 0	24		13 15	20		21 14	11	
6	2 24	24		13 35	20		21 25	10	10'
7	2 48	23		13 55	20	19'	21 35	10	
8	3 11	24		14 15	19		21 45	9	
9	3 35	24		14 34	19		21 54	9	
10	3 59	23		14 53	19		22 3	9	8'
11	4 22	24		15 12	19		22 12	8	
12	4 46	23	23'	15 31	18	18'	22 20	8	
13	5 9	24		15 49	18		22 28	7	
14	5 53	23		16 7	18		22 35	7	
15	5 56	23		16 25	17		22 42	7	6'
16	6 19	24		16 42	18		22 49	6	
17	6 43	23		17 0	17		22 55	5	
18	7 6	23		17 17	16		23 0	5	
19	7 29	22		17 33	16	16'	23 5	5	
20	7 51	23		17 49	17		23 10	4	3'
21	8 14	23		18 6	15		23 14	4	
22	8 37	22		18 21	16		23 18	4	
23	8 59	22		18 37	15		23 22	3	
24	9 21	22	22'	18 52	15	14'	23 25	2	
25	9 43	22		19 7	14		23 27	2	1'
26	10 5	22		19 21	14		23 29	2	
27	10 27	22		19 35	13		23 31	1	
28	10 49	21		19 48	14		23 32	1	
29	11 10	22		20 2	13		23 33	0	
30	11 32			20 15			23 33		
	VIRGO Y PISCIS			LEO Y ACUARIO			CÁNCER Y CAPRICORNIO		

padre Francisco da Costa con otros versos, fija los dos siguientes versos latinos (respetamos la ortografía del autor, por tener importancia fundamental en lo que sigue):

> *liour mente latens insulta onoribus horret*
> *grandia gesta hoerens inciqni laude notatis;*

supone entonces que cada una de estas palabras corresponde a cada uno de los meses del año, contando a partir de marzo, mes que se realcionaría con *liour*; se consideraba también sabido que en los meses de marzo, abril, etc., el Sol entraría en los signos de Aries, Tauro, etc... Dejemos ahora la palabra al autor:

> Véase pues en los dos versos qué término corresponde al mes en que queremos saber la entrada del Sol en el signo del dicho mes; anotada la tal palabra o término, y sacando aquél número, la que corresponde en el alfabeto, del número 30, restará el día en que el Sol entra en el signo de dicho mes.

Pimentel añade que sería fácil obtener el lugar en cualquier otro día, «dando por cada día uno siguiente, o sacando por cada uno antecedente, 59 minutos y 9 segundos, del principio del signo en que el Sol entra», y sin embargo, aunque él no lo diga, ya sabemos cómo era posible, con el valor de esta coordenada, obtener la declinación solar por tablas o por un ábaco, la que el padre Francisco da Costa llama cuadrante.

Está claro que estas últimas indicaciones no pasan de ser una curiosidad para diversión de los cosmógrafos teóricos; no creo que las indicaciones dadas por Luís Serrano Pimentel, basadas en doce palabras latinas y en un procedimiento trabajoso, pudieran tener algún interés para los pilotos. El siglo XVII fue, por excelencia, un período en que los llamados «cosmógrafos» de formación teórica agotarían su imaginación en inventar nuevas soluciones para la actividad marinera sin ningún interés hacia ella. Puedo indicar como caso paradigmático la existencia del libro titulado *Typhus Lusitanus*, del padre Valentín Estancel, originario de la Bohemia, que presenta un elevado número de aquellas soluciones, sin cualquier interés práctico; el texto está inédito en la Biblioteca Nacional de Lisboa, códice F. G. 2264.

Paso a la determinación gráfica de la declinación solar, no sin antes recordar que algunos cuadrantes y astrolabios medievales permitían re-

solver por esa vía varios problemas muy simples de astronomía y agrimensura y, entre los primeros, el de determinación de la declinación de cualquier punto de la eclíptica.

Por tanto, los astrolabios y los cuadrantes usados en náutica no poseían, por vía de regla, los accesorios necesarios para tales operaciones. Pero no por eso los navegantes y los técnicos de la marinería dejarán de buscar soluciones gráficas para el problema de determinar la declinación solar y de probablemente usarlas. Voy a ocuparme de dos de los tres proceso gráficos que conocemos para la resolución de este problema, convencido que uno de ellos, por lo menos, tuvo alguna aceptación, pues aparece referido en más de una obra.

Entre la declinación ς del Sol, su longitud celeste λ y la oblicuidad de la eclíptica ε existe, como dije, la siguiente relación

$\varsigma = arc\ sin\ (sin\ \lambda\ .\ sin\ \varepsilon)$ (1),

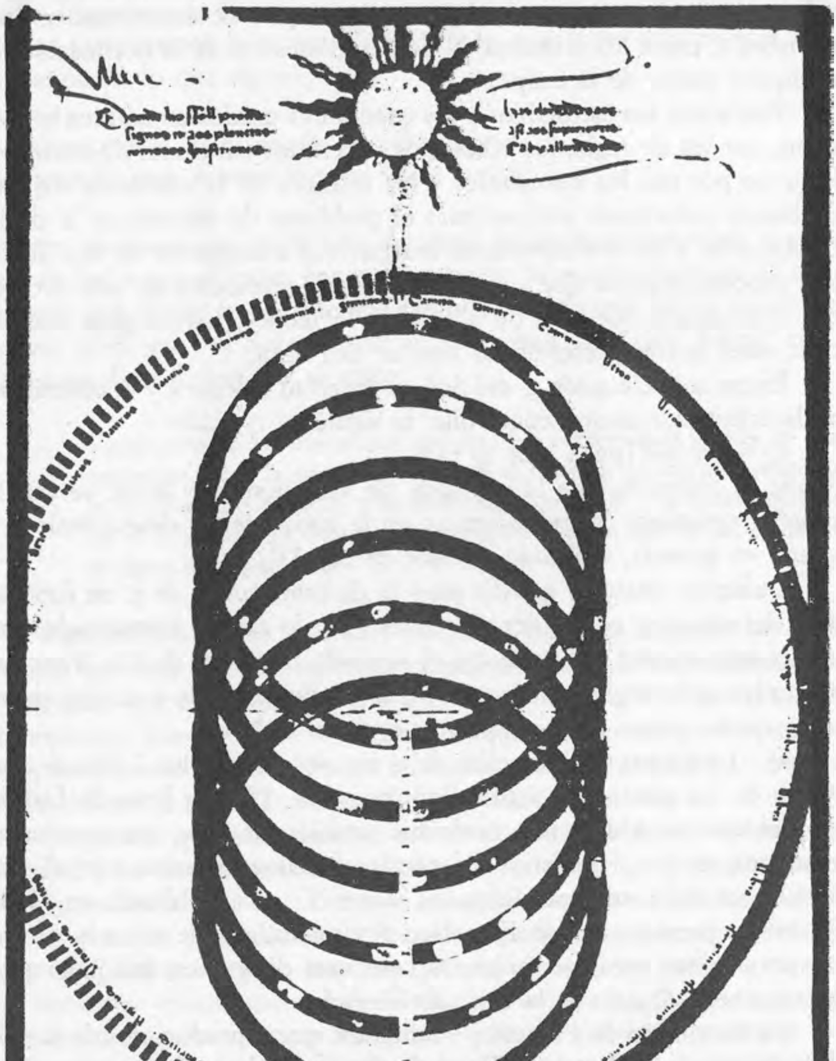
donde la oblicuidad de la eclíptica, de variación muy lenta, se puede suponer constante (como sabemos, en la época de los descubrimientos le era, en general, atribuido el valor de 23° 23').

Cualquier método gráfico para la determinación de ς en función de λ debería, por consiguiente traducir, por lo menos aproximadamente, las operaciones indicadas en el segundo miembro de (1). Veamos, por orden cronológico, cuáles son las dos soluciones de este tipo apuntadas en los textos náuticos portugueses del siglo XVI.

a) La más antigua de ellas debe ser aquella que los *Libros de Marinería* de los pilotos Francisco Rodríguez (*ca.* 1513) y João de Lisboa (probablemente 1514); más tarde fue también descrita, con perfeccionamiento, en los planisferios del cartógrafo Diogo Ribeiro y en el *Arte de Navegar* del cosmógrafo español Martín Cortez, publicada en 1551. El diseño presentado por Francisco Rodríguez, donde además se encuentran líneas para ser utilizadas con fines diferentes, fue incompletamente reproducido en la *Guía de Munich*.

En ese diseño de Francisco Rodríguez, que reproducimos de la edición de Armando Cortesão (Figura 9), interesan la determinación de la declinación solar en el círculo exterior, dividido en 360 partes iguales de 1°, y la escala de declinaciones, lanzada entre los círculos centrales del diseño.

La explicación del texto referente a este gráfico es deficiente y está incompleta, por una lamentable decisión de quien lo redactó; la transcribo seguidamente, introduciendo puntuación y actualizando la ortogra-



fía, para facilitar su lectura y su interpretación, que ofrece algunas dificultades:

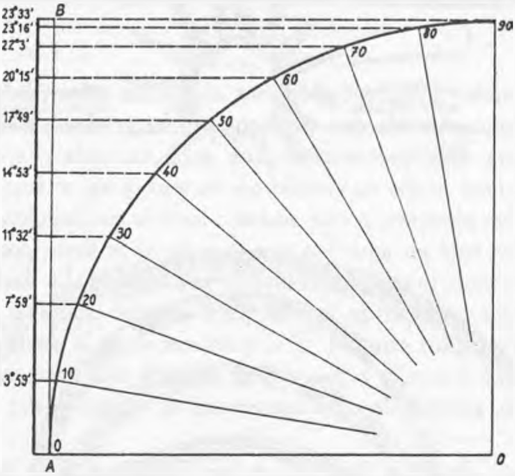
> En el dicho zodíaco (se refiere al círculo exterior) van puestos los doce signos, y cada uno de estos treinta grados, en el que el Sol está treinta días, por respeto que anda en cada día un grado, y de esta manera acaba su círculo en un año; y así mismo en este círculo andan los planetas, y este zodíaco hace la declinación, a saber, cuando el Sol está en aquellos signos, y de ellos tiene poca declinación y de ellos tiene mucha, cada uno en su cantidad. La declinación es *(sic)* los grados que van de la línea para la mano de abajo, y atraviesa por el medio de los círculos. Y si quisieras sacar la declinación os es necesario un compás, y que vadees a quien este hace que os lo enseñe, o a otro, porque de otra manera no os lo puedo dar a entender.

Me detengo ahora en la explicación que Francisco Rodríguez pasó en claro, remitiendo al lector el desconocido autor del diseño original. Sabido el lugar del Sol en cualquier día del año, quedaba entonces por saber el punto ocupado por el astro en el círculo representativo del zodíaco, comenzando a contar aquella coordenada a partir del punto de intersección del diámetro paralelo al límite inferior de la hoja de papel (o sea: el punto A de la Figura 10), y en el sentido retrógrado; se nota que este sentido, adoptado por Rodríguez en la cuenta de los lugares del Sol, es opuesto al del movimiento del Sol en la eclíptica; pero eso no es esencial para la resolución del problema. Tomando entonces con un compás la distancia de ese punto al diámetro considerado (o que contiene el punto A en la misma figura), y transportándolo a la escala de declinaciones, previamente trazada, se leía ahí directamente la distancia angular del Sol al Ecuador, o sea, a su declinación.

Sobra saber, por consiguiente cómo podía ser construida esta escala. Ahora siendo

$$\sin \varsigma = \sin \varepsilon \, . \, \sin \lambda$$

y de ser en esta igualdad constante el factor sin ε, el problema de conversión de λ en ς a través de los senos de los dos ángulos, se reduce, al final, a una conversión de escalas. Por tanto, la idea de tomar el radio del círculo del zodíaco como máximo valor absoluto de $\sin \lambda$ (o sea, el máximo y el mínimo, para $\lambda = 90^\circ$ y $\lambda = 270^\circ$, respectivamente), simplificó la construcción, como se ve en la Figura 9, que corresponde apenas a la variación de λ de 0° a 90° el diseñador se limi-



taba a marcar los valores de sin λ para diferentes valores de λ, sobre la tangente *AB* en el punto *A* del zodíaco, y a partir de este punto, escribiendo enseguida los correspondientes valores de ς, junto a las extremidades de los segmentos que definían aquellos senos. Las declinaciones a inscribir en la escala podía ser sacadas de cualquier tabla donde las coordenadas fueran dadas en función de las longitudes celestes o de los lugares, y fue eso lo que hice en la figura, de modo que me serví de la *tabula declinationis planetarum et solis ab equinoctialis* de Zacuto, cuyo *Alamanach Perpetuum* fue como sabemos, extensamente usado en la náutica de los descubrimientos.

En un párrafo del *Libro de Marinería* de João de Lisboa, donde además son evidentes los erroes de transcripción, se enseña a construir este gráfico; muy en concreto, las deficiencias del pasaje eran tales que llevaron a Fontoura da Costa a suponer que estaba ahí basado el proceso expuesto por Pedro Nunes, del que trataré seguidamente.

He aquí las explicaciones sobre la construcción de su base y el modo de usar esta solución gráfica. El *Libro de Marinería* intercala varias aclaraciones sobre la manera en que la declinación varía con los movimientos aparentes del Sol en la eclíptica. Como esos pasajes no inte-

resan al problema ahora en cuestión voy a omitirlos en la transcripción del pasaje; usando una ortografía actualizada, la indicación es como sigue:

> *Idem.* Primeramente harás un cuadrante muy cierto con su escuadría, y después, siérralas (quiere decir: descomponerlas) y lazarás la cuarta parte (del) que en todo el ámbito se contiene.

Esta primera parte no dice, por tanto, que el círculo representaría la eclíptica (o línea media del zodíaco), ni dedica una sola palabra a la necesidad de construirse una escala de declinaciones; pero de los términos con que después se expone el modo de usar el «cuadrante», podemos sospechar que en la versión original, no faltarían al párrafo esos esclarecimientos, seguramente eliminados por inadvertencia del copista. En efecto, el pasaje termina de este modo:

> *Idem.* Cuando quisieras sacar la declinación por el cuadrante, conviene que sepas primero en cuantos grados del signo está el Sol, y después de saberlo, buscarás aquel grado de aquel signo en que hallaste que el Sol estaba; en aquel dicho grado, pones la punta del compás y abrirás hasta dar el primer trazo[120] donde está la declinación; y tanto que tuvieras bien notado, tomarás el dicho compás, sin abrir ni cerrar, y lo has de poner en el primer grado de la dicha declinación, y la otra punta a lo largo del trazo (de la declinación) y notarás los grados y minutos que entre los puntos del compás están; y aquella será la declinación de aquel día en que esto quisieras hacer.

Falta a esta exposición un figura ilustrativa, lo que disiparía todas las dudas que pueden ser suscitadas sobre su significado. No hay dudas, no obstante, de que en ella se menciona da una escala o trazo de declinaciones, aunque no se llegue a esclarecer qué forma se revestía. Pienso, mientras tanto, no será frozar el sentido del texto suponer que la referencia inicial del «primer trazo de dicha declinación» alude al diámetro del cuadrante que contenía el punto cero o ese «primer trazo», en un diseño semejante al de la Figura 9; lo que, además, me parece confirmado por el hecho del autor, al aludido cero de la escala, llamarle «primer grado» (evitando así la designación «primer trazo», que tenía para él un sentido diverso).

Con esta interpretación del texto, que supongo es la más aceptable, se aproxima mucho a la exposición de Francisco Rodríguez, con-

tribuyendo al esclarecimiento de un pasaje que este piloto dejó intencionalmente oscuro.

b) Paso al método descrito por Pedro Nunes y que Fontoura da Costa consideró —sin razón— «el más antiguo ábaco conocido por lo menos ábaco náutico», para la resolución del problema: Pedro Nunes representó para un círculo entero, o sea, para una revolución anual aparente del Sol, como además haría cerca de 30 años después el padre Francisco da Costa; pero es claro que bastaría un cuarto de círculo, como además haría el mismo Pedro Nunes en 1573, correspondiente a la variación de la longitud solar de 0° a 90° (o sea: para el decurso del Sol en los signos de Aries, Tauro y Géminis), pues, como dije antes, la declinación se repite en los restantes signos, por el mismo orden o por orden inverso, los valores que en aquéllos alcanzara.

En el cuarto de círculo *AB* del radio *R* (véase la Figura 11), se marca la longitud del Sol, o el ángulo que de ella excede un múltiplo de 90°. Partiendo del radio *OB*, con centro *O*, tal que *AOB* = *90°;* sea *DO'B* = *23° 30'* (valor atribuido por Pedro Nunes a la oblicuidad de la eclíptica) y se gradúa el arco *DB* de *0°*a *23° 30'* en el sentido de *D* para *B*.

Sea *X* el punto del cuadrante de longitud al que corresponde la posición del Sol en la eclíptica en determinado día del año conduciendo por *X* una paralela a *DA*, esa recta intercepta el arco *DB* en el punto *X'*, donde luego se lee la declinación solar para el día considerado.

La explicación de este procedimiento es muy simple. Es claro que para los senos de los ángulos λ y ς poder ser representados por el mismo segmento, como ocurre en el diseño, se torna indispensable considerar esos ángulos en círculos de radios diferentes; siendo r y r' los radios de esos círculos, se tendrá

$$r' \sin \varsigma = r \sin \lambda,$$

o, atendiendo a que

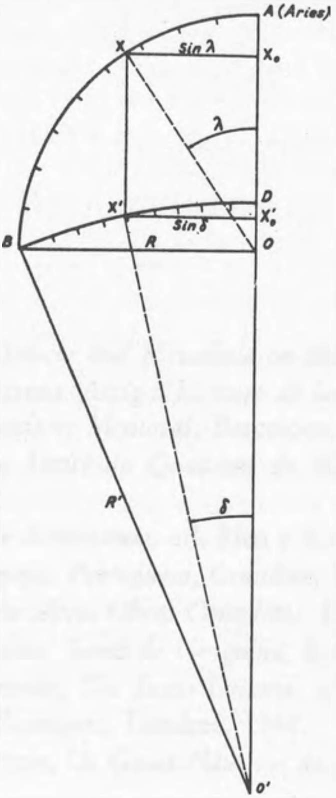
$$\sin \varsigma = \sin \varepsilon \,.\, \sin \lambda,$$

se tendrá

$$L = \frac{r'}{r} \,.\, \frac{\sin \varsigma}{\sin \lambda} = \frac{r'}{r} \sin \varepsilon;$$

por consiguiente, si el seno de la longitud λ está marcado en un círculo de radio r, el radio del círculo donde el signo ς queda representado por el mismo segmento será

$$r' = \frac{r}{\sin \varepsilon}$$



ahora es fácil reconocer por el triángulo *BOO'*, que el arco *DB* pertenece a un círculo exactamente con ese radio.

En su *Arte de Navegar* el padre Francisco da Costa, después de describir el proceso, considera que, entre los varios modos de obtener la declinación solar, éste era el «más fácil y no menos cierto de todos» por eso aconsejaba para uso náutico tablas con los lugares del Sol incluidas en cualquier efemérides (cita las de Magino), siendo la declinación del astro obtenida en cada caso por este proceso.

BIBLIOGRAFÍA

T. S. Günther, *Chaucer and Messahala on the Astrolabe,* Oxford, 1929.

J. M. Millás Vallicrosa, *Asaig d'Histoire de les Idées Fisiques Mathematiques de le Cataluny Medieval*, Barcelona, 1931.

Jules Tannery, *Le Traité du Quadrant de Maître Robert Anglés,* París, 1897.

Libros del Saber de Astronomía, ed. Rico y Sinobas, 5 vols, Madrid, s. d.

História da Cartografía Portuguesa, Coimbra, 1970.

Luciano Pereira da Silva, *Obras Completas,* Lisboa, 1946.

Fernández de Enciso, *Suma de Geografía,* Madrid, 1948.

Armando de Cortesão, *The Suma Oriental of Tomé Pires and the Book of Francisco Rodríguez,* Londres, 1944.

Luís de Albuquerque, *Os Guias Náuticos da Munique e Évora,* Lisboa, 1965.

João de Lisboa (Ed. Brito Rebelo), *Livro de Marinharia,* Lisboa, 1904.

André Pires (Ed. Luís de Alburquerque), *Livro de Marinharia,* Coimbra, 1963.

Bernardes Fernándes (Ed. Fontoura da Costa), *Livro de Marinharia*, Lisboa, 1960.

Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos,* Lisboa, 1960, 3.ª ed.

Francisco Faleiro, *Tratado del Sphera del Arte de Marear,* Sevilla, 1535.

Rodrigo Zamorano, *Compendio del Arte de Navegar,* Sevilla, 1951.

Edward Wright, *The Division of the whole Art of Navigation*.

Luís de Albuquerque, *A Náutica e a Ciência en Portugal (notas sobre las Navegações),* Lisboa, 1989.

Ernest George Ravenstein, *Martin Behaim, his life and his globe,* Londres, 1907.

António Barbosa, *Novos subsidíos para a História da Ciência Náutica Portuguesa da Epoca dos Descobrimentos,* Oporto, 1948, 2.ª ed.

Luís de Albuquerque, *Duas Obras Inéditas do Padre Francisco da Costa,* Macao, 1989, 2.ª ed.

Joaquim Bensaúde, *L'Astronomie Nautique à L'Époque des Grandes Découvertes,* Berna, 1912.

Centera Burgos, *El judío salmantino Abraham Zacut*, Madrid, 1931.

Capítulo V

INSTRUMENTOS DE ALTURAS. EL MAGNETISMO TERRESTRE Y LA DECLINACIÓN DE LA AGUJA. LA CARTOGRAFÍA PORTUGUESA. EL PUNTO DE ESCUADRA. REGLAS NÁUTICAS. EL DERROTISMO PORTUGUÉS

Los instrumentos de alturas

En el capítulo anterior afirmé que datan de la segunda mitad del siglo XV los primeros testimonios, directos o indirectos, de haber comenzado a aplicarse en el Atlántico la navegación astronómica; y también dije que ese tipo de náutica renovador e incluso revolucionario se basó inicialmente en observaciones de la Estrella Polar o del Sol hechas con preferencia, respectivamente, con el cuadrante o con el astrolabio, lo que no quiere decir que el Sol no pudiera ser observado con el cuadrante y la estrella con el astrolabio. El uso de esos dos instrumentos se generaliza en el período medieval entre los estudiosos de la astrología; pero es de añadir que en las operaciones astrológicas, tal vez más que en las observaciones del cielo, tenían significado ciertas operaciones que se hacían sobre un conjunto de líneas trazadas en el cuerpo del cuadrante y, principalmente, en el anverso y en el reverso del astrolabio.

Los navegantes acabaron por manosear modelos simplificados de uno y de otro instrumento, pues en las aplicaciones náuticas se dispensaban las escalas y los ábacos que los constructores trazaban en una o en las dos láminas de tales instrumentos; esos accesorios eran dispensables por servir apenas en la resolución de problemas que no interesaban directamente a la náutica (porque nos dan determinación de alturas de distancias, por ejemplo: de una torre, la longitud de un río o las de agrimensura) y que podían ser solucionados de un modo más claro (es el caso de la obtención de valores de declinación solar que siendo conocidos por el manuscrito del cursor del cuadrante, era habitual-

mente proporcionada a los marineros a través de tablas). No quiere decir que los antiguos modelos de cuadrantes o astrolabios no pudieran ser usados por los pilotos, y todo indica que ocurrió así en los primeros tiempos; por ejemplo, Diogo Ribeiro, representando cuadrantes y astrolabios en por lo menos tres de sus planisferios conocidos, dota a los diseños de «cuadro geométrico», de líneas de horas, etc.[1]

Con toda la simplificación posible, el astrolabio náutico acabó por quedar reducido a una corona circular o a un «círculo» graduado —como entonces se decía— al anillo de suspensión con la mediclina rodando en torno al centro de la corona (y ligada a ésta por cuatro brazos). Una particularidad de los astrolabios para uso náutico fue aproximar igualmente del centro las dos pínulas, una de cada lado de la mediclina, al centro del instrumento; era por los orificios abiertos en los centros de esas pínulas por donde se hacía la puntería al astro; para el caso del Sol se orientaba el instrumento de modo que los rayos pasaran por aquellos dos orificios y proyectara un pequeño círculo de luz en el punto medio de las sombras superpuestas de las pínulas. Esto quiere decir que, para hacer la puntería al Sol, no era necesario mirarlo, con perjuicio para la vista del observador: se apuntaba por si mismo, después de la suspensión de un dedo y de una rotación de la mediclina que era llevada a la posición conveniente. Se llamaba a esto —en la jerga de los pilotos— el «pesaje» del Sol. La proximidad de las pínulas fue pormenor que no escapó al veneciano Alexandre Zorce cuando en 1517 obtuvo, a través de portugueses que pasaron por su ciudad, informaciones fidedignas de las navegaciones portuguesas y de sus prácticas náuticas[2].

Algunas veces la graduación del astrolabio, que en general se iniciaba en 0° en las extremidades del diámetro opuesto al centro de gravedad en la suspensión, no acompañaba toda la corona circular. En el tardío gran astrolabio náutico del Observatorio Astronómico de la Universidad de Coimbra, apenas hay tres graduaciones en dos cuadrantes opuestos, ambos además dotados de «escalas compuestas», idea debida a Nunes y que ha sido erróneamente considerada la primera forma del

[1] A. de Cortesão y Al Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica,* vol. I; ests. 38, 39 y 40, Lisboa, 1960.

[2] F. Leite de Faria y A. Teixeira da Mota, *Novidades náuticas y Ultramarinas en una Informacão dado en Veneza en 1517,* Lisboa, 1977.

dispositivo, lo que es la que hoy en Portugal llamamos nonio. Por otro lado, algunos astrolabios portugueses (y la particularidad es indicada por varios autores como exclusiva de los instrumentos construidos en nuestro país), representa los 0° de graduación en correspondencia con el centro de suspensión, suministrando así distancias cenitales y no alturas, lo cual se hizo corriente en el siglo XVI [3], lo que significa estar bastante más divulgado «el regimiento del Sol» èxpresado en distancias cenitales del que oportunamente nos ocupamos. Para el final del siglo XVI, atendiendo a la circunstancia de, para uso náutico, bastar la graduación del semicírculo graduado que contiene el anillo de suspensión, algunos constructores presentarán un modelo de semi-astrolabio, al que llamarán «semi-esfera». Nunca encontré ninguna referencia a este instrumento en textos portugueses, pero David Waters publicó la fotografía de una «semi-esfera» fechada del 1600, perteneciente al museo Sofartsmuseet de Kronborg (Dinamarca) [4].

En cuanto al cuadrante, también fue, naturalmente, sujeto a simplificaciones cuando era usado en náutica, pasando a limitarse a un cuarto de círculo, de madera o de latón, graduado de 0° a 90° en el cuarto de circunferencia periférico, las dos pínulas para las punterías y un hilo de plomo, suspendido del vértice de la pieza [5].

No obstante los elogios que, en textos del siglo XVI, con tanta frecuencia se prodigaron al cuadrante y, sobre todo, al astrolabio náutico, antes de 50 años transcurridos en la navegación astronómica, ya algunos técnicos más exigentes habían reconocido varios defectos en uno y

[3] D. W. Waters, *The sea or mariner's astrolabe,* pp. 22 y 28, Coimbra, 1966.

[4] *Idem*, p. 29; sobre el astrolabio náutico, veánse L. Pereira da Silva, *Obras completas*, vol. II, pp. 49-62 y 63-72 y vol. III, pp. 15-27, 301-311, 327-330 y 331-352, Lisboa, 1945-1946; A. Barbosa, *História da Seciência Náutica Portuguesa. Instrumentos Náuticos da Epoca dos Descobrimentos Marítimos. Sua importância Histórica*, pp. 22 y 28, Coimbra, 12927; D. W. Waters, *op. cit.*, en la nota n.° 3, que incluyen la lista de los astrolabios náuticos entonces conocidos que identifica y describe uno por uno; Marcel Destombes, «Un astrolabe nautique de la Casa de Contratación (Séville 1563)», en la *Revue d'Histoire des Sciences,* vol. XXII, 1969, pp. 33-64, que revisa el inventario de Waters. Stimson, recientemente, catalogó todos los astrolabios náuticos entonces conocidos hasta la fecha de la publicación de la obra, y que se sumaban entonces, sobre todo en consecuencia de pesquisas de arqueología naval, más el doble de los inventarios en 1966 por Waters. Sobre el astrolabio en general véase H. Michel, *Traité de l'Astrolabe,* París, 1947.

[5] Sobre el cuadrante véase el trabajo, antes citado, de J. Tannery, *Le Traité du Quadrant de Maître Robert Anglés*, París, 1898.

solos, sin embargo, los resultados poco satisfactorios a que podían conducir resultaban mucho más de las condiciones en que se operaba que de los defectos de los instrumentos.

En verdad, las operaciones de pilotaje eran frecuentemente llevadas a cabo en condiciones precarias, sobre todo por el hecho de encontrarse el observador sujeto a los balanceos de la ondulación del mar, y también cuando seguía el consejo de hacer la observación junto al palo mayor del navío (práctica recomendada). A pesar de eso, los observadores más prudentes sospechaban a menudo de las latitudes tomadas a bordo en malas condiciones meteorológicas. Son muchos los ejemplos. João de Barros afirma que Vasco de Gama en su primer viaje al Oriente tenía por dudosas las observaciones hechas a bordo con astrolabios pequeños, a causa del «balanceo» de las naves, y por eso desembarcó en la bahía de Santa Elena para medir la altura meridiana del Sol con un astrolabio de madera de tres palmos de diámetro, que montó con una cabria[6]. El maestro João, que acompañó en 1500 a Pedro Alvares del Cabral con el encargo de testar los dos instrumentos hasta aquí referidos, y también las «taboletas de la India» (o Kamal) que Vasco de Gama trajera, es extremadamente crítico en relación a todos esos instrumentos; se trataba de un astrólogo teórico, lo que explicará su excesiva exigencia, pero en las cartas que escribe al rey justifica el error de los resultados por el balanceo del navío y por ser éste pequeño[7]. Y don João de Castro, sobre todo en el llamado *Roteiro de Lisboa a Goa*, registra y compara observaciones hechas por varios marineros y hasta curiosos, aludiendo a la falta de vigor de algunos resultados. Con todo, si esos errores impresionaban bastante a los cosmógrafos no constituían en general motivo de aprensión para los pilotos; éstos sabían que podían corregir sus rutas a la vista de tierra, cuando no fueran excesivamente «mal navegados», como entonces se decía, o sea, desde que navegaran dentro de cierto límite de errores aceptables, que era lo que ocurría casi siempre.

De cualquier modo, el reconocimiento de tales inconvenientes llevó a los hombres del mar, presionados por los cosmógrafos, no sólo a experimentar otros instrumentos adaptados de dispositivos medievales

[6] *Da Asia. Década I,* lib. V, cap. II, vol. I, p. 280, Lisboa, 1778.

[7] Publicada por A. Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos,* anexo a la p. 120, Lisboa, 1960[3].

(como es el caso de la ballestilla) o hasta enteramente desconocido en el Occidente (el caso del kamal), pero también a imaginarse y a construir otros instrumentos para la medición de alturas astronómicas, en la suposición de que se adaptarían mejor a las circunstancias en que eran utilizados.

Voy a perder poco tiempo con estas «invenciones», porque ninguna prosperó en náutica. Por su cuenta, el cosmógrafo mayor Pedro Nunes propuso dos: el anillo náutico, y el por él llamado «instrumento yacente» en el plano; si no se puede negar que este último es imaginativo y de facilísima construcción, no sabemos que alguna vez fuera usado ninguno de ellos. Lo mismo se puede decir de la «armilla náutica» que el padre Francisco da Costa describió en textos copiados por el padre Simão de Oliveira para su *Arte de Navegar* publicado en 1606. Otros instrumentos mencionados deben ser tomados en cuenta como simples especulaciones de sus autores, pues no es creíble que algunos de ellos, en ningún momento, pensaran en su aprovechamiento práctico. Limitándome a lo que en estas circunstancias pasó en Portugal, puedo citar, a título de ejemplo, el «globo pendiente» y el «astrolabio inclinado» referido por el padre Francisco da Costa[8], así como el «instrumento universal» descrito por el padre Valentim Estancel en la obra manuscrita antes referida. No son —está claro— casos únicos. Así, en una carta fechada en 1564, que se conserva en el archivo de Simancas, el piloto Batolomeu Baião habla de su «astrolabio de nueva invención»[9], sin explicarnos en qué consistía la novedad; en un regimiento dado a Gaspar Jorge do Couto, el 13 de marzo de 1608, el rey le ordena que en su viaje usara el «instrumento» que le fuera comunicado por João Baptista Lavanha, dejando que el texto transparentase que se trataba de la determinación de latitudes por alturas extra-meridianas del Sol[10]; y también hay dispositivos para medir alturas: la lista de instrumentos

[8] *Dos obras inéditas del padre Francisco da Costa,* ed. Luís de Albuquerque, pp. 147-153, Lisboa, 1970¹.

[9] Padre F. M. Alvares, *Catálogo dos Manuscritos de Simancas respeintantes à la História de Portugal*, p. 17, Coimbra, 1933. El abad del Baçal leyó «Leião» como apellido del piloto, pero el almirante Teixeira da Mota, que conocía muchos documentos sobre el piloto, tuvo la amabilidad de prevenirme del cambio de nombre.

[10] *Documentos remitidos de la India al Libro de los Monzones publicados...* por Bulhão Pato, vol. I, p. 217, Lisboa, 1880.

que Bartolomeu Velho prometió construir al rey de Francia, en una carta en la cual parece dominar la fantasía del cartógrafo[11].

Paso a referirme a los dos instrumentos que tuvieron aceptación: el primero, o sea, la ballestilla, que se comparó en fama a los tradicionales, aunque no fue concretamente preferida por algunos. En la historia de su aparición y de su uso aún persisten algunas dudas. Por ejemplo, no se conoce su verdadero origen[12]. Sin embargo, se sabía que fue adaptada a partir del «báculo de Jacob», y que era un dispositivo usado frecuentemente por los agrimensores medievales. También se ignora la fecha exacta de su aparición en la marina (de cualquier modo anterior a 1530), como igualmente se desconoce si, con ballestillas, los pilotos comenzaron de inmediato a obtener suficiente grado de precisión en sus observaciones. Prinsep aseguró en el siglo pasado que la ballestilla fue usada en el siglo XVI por pilotos orientales; la información nunca puede ser confirmada, pero, al serlo, podía bien ocurrir que aquellos pilotos la tomaran de los europeos. Añádase que hasta el origen de la palabra ballestilla es un problema abierto, pues sobre su etimología no hay acuerdo entre los filólogos: en cuanto que unos la suponen de origen árabe (derivada de *balisti*, con el significado de *altura*) otros le apuntan raíz castellana a partir del vocablo *ballesta*; no puedo entrometerme en campo que no es el mío, pero en portugués la forma más corriente, y también más antigua, es sin duda *balestilha*; todavía André Pires usa la forma *balestinha*.

Con exclusión del problema lingüístico, diré enseguida algunas palabras sobre todos los otros. Antes de eso, mientras tanto, convendrá deshacer un equívoco; o sea, la pretendida identificación de la ballestilla con un «cilindro» del que habla Jerónimo Monetário en su carta latina de 1493 dirigida a don João II, algunos más tarde impresa en la *Guía Náutica de Munich* (*ca.* 1509), en traducción portuguesa de Álvaro

[11] Sousa Viterbo, *Trabalhos Náuticos dos Portugueses*, vol. I, *Marinharia*, pp. 315-321, Lisboa, 1898.

[12] Por ejemplo, E. R. Kiely (*Surveing Instruments,* p. 84), basándose en un pasaje de P. de la Ramée (Petrus Ramus, *Arithmeticae Libri duo, Geometricae septem et vinginti,* p. 62, Basilea, 1559, donde la invención es atribuida a Arquímedes y a Hisparco), hace remontar el origen de la ballestilla a la antigüedad; según Ispigua, la construcción de la ballestilla habría sido debida a Azarquiel (*Historia de la Geografía y de la Cosmografía*, (2 vols., Madrid, 1922). Pienso que cualquiera de las opiniones no tiene fundamento sólido.

da Torre[13],; si el «cilindro» de Monetário fuese la ballestilla de la náutica portuguesa del siglo XVI, y si ésta se hubiera basado exclusivamente en tal instrumento —lo que no es exacto—, el testimonio de aquella carta sería valioso para los historiadores que afirmaron y afirman el origen germánico de una carta del arte de navegar puesta en práctica por los pilotos portugueses de los llamados viajes de los descubrimientos. Y en realidad, no faltó quien lo hiciese: el hecho de no tener conocimiento de que la palabra «ciclindro», con el significado de instrumento[14], volviera a aparecer en cualquier texto portugués, permitió conjeturar, como hicieron Günther y Breusing, que la palabra significaba lo mismo que ballestilla; y añadir, ahora más abusivamente aún, que ella habría sido introducida en Portugal por Martinho de la Bohemia[15].

La opinión de Breusing se apoyó en un pasaje de una obra de Pedro Nunes de 1546, donde se cita Regiomontanus a propósito de la ballestilla, que este astrónomo alemán habría inventado. Es cierto, no obstante, que judío Leví ben Gersen escribió un tratado sobre el «báculo de Jacob», antepasado próximo de la ballestilla, ya en el siglo XIV, seguidamente traducido en latín[16]; por otro lado, Pedro Nunes apenas declara que en una de sus obras Monterrégio se ocupara del uso de la fábrica de la ballestilla *(ejus fabricam atque usum)*, pudiendo bien ocurrir —lo que tenemos además por más probable— que el cosmógrafo confundiera la ballestilla con el báculo, lo que además fue corriente en su tiempo. Y las palabras del cosmógrafo mayor de Portugal pueden sólo significar que hubiera sido en esa obra donde encontrara las referencias, más accesibles o más completas, al báculo. Como quiera que sea, es excesivo concluir de ahí que Nunes consideraba a Regiomontanus como introductor indirecto de un báculo debidamente adaptado a la náutica, y del todo injustificado me parece que eso corrobore el pasaje citado de la carta de Monetário.

[13] L. de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munique y de Évora*, pp. 185-187, Lisboa, 1965.

[14] La frase la carta, traducida por A. de la Torre, es la siguiente: «(los pilotos portugueses tendrían que navegar) a lo largo del mar, tomando el camino de las islas de las Azores, por su industria, por cuadrante, cilindro y astrolabio y otros ingenios»; el «cilindro» era, pues, un instrumento (o un «ingenio», lo que es lo mismo).

[15] J. Bensaúde, *L'Astronomie Nautique a l'Epoque des Grandes Découvertes,* pp. 30 y ss., Berna, 1912.

[16] *Idem.*, pp. 31 y 30.

Todas las indicaciones de las que disponemos inculcan que el surgimiento de la ballestilla en náutica fue tardío. El maestro João, el astrólogo que acompañó a Pedro Alvares Cabral, para mandar al Rey Venturoso una relación sobre los instrumentos náuticos de alturas, menciona el cuadrante, el astrolabio y las tavoletas de la India, pero no cita la ballestilla; acredito que ella sólo apareció en la náutica después de 1510, como confirmaré más adelante.

A las razones citadas podemos aún adjuntar una más de otra naturaleza. En un pequeño tratado de João Saphngeberg[17] se encuentra una mención a este enigmático «cilindro», citado junto al anillo esférico, el cuadrante y el báculo de Jacob *(baculo quem vocant Jacobi)*. Ahora, siendo la ballestilla designada en todo el texto como «radio astronómico», sería mínimamente extraño que sólo en ese pasaje final de la obra se nombrara al instrumento por un nombre que nadie más en la época usó, y para repetir sin necesidad una referencia al báculo, si de él efectivamente se tratara. El más antiguo de los textos náuticos portugueses en hablar de la ballestilla será el del *Libro de Marinería* de João de Lisboa, pero en fecha incierta, pues sólo el pequeño *Tratado de la aguja de marear* —en él incluido— se encuentra fechado de 1514. La alusión a la ballestilla puede no ser muy posterior; de cualquier manera, es cierto que en 1529 había ballestillas a bordo de algunos navíos portugueses, porque en febrero de ese año los corsarios franceses Dumenille y Belleville asaltaban a lo largo de costa de la Guinea un navío pesquero de João Gomes, donde no sólo llevaban «cosas para el uso del navío y necesarias para el viaje por mar», como el equipo indispensable para el ejercicio de la pesca, sino además: «aguja, astrolabio, ballestilla y regimiento para el arte de navegar»[18].

Pienso que aún dentro de la primera mitad del siglo XVI André Pires designa a las tavolestas de la India por kamal o «ballestilla del moro», y parece mostrar que la ballestilla se tornará de uso corriente;

[17] *De Arti Mensurandi. In compositione baculi Jacobi Iannes Spangeberri* *ZξZςαζςκσυ*, publicado como anexo a la siguiente obra de G. Frisius: *Gemmae Frisi, Medici et Mathematici, de Radio Astronomico & Geometricorum liber* (...), hoja, 84, Lutetiae, 1558.

[18] *As Gavetas da Torre do Tombo*, vol. V (Gav. XV, Mazos 16-24), p. 612, Lisboa, 1965. Fue el almirante A. Teixeira da Mota quien me llamó la atención sobre este pasaje.

además de eso, Pedro Nunes la menciona en el *Tratado de la Esfera* de 1537[19], y don João de Castro menciona su uso a bordo de una nota marginal en una copia (?) de su manuscrito del *Roteiro de Lisboa a Goa*, (redactado en el viaje de 1538), siendo escrita la nota en su viaje hacia el Oriente en 1545[20]. Y que en la segunda mitad del siglo XVI el uso de la ballestilla se generalizara, dándose a entender que tal vez hasta en perjuicio del astrolabio, se muestra en un párrafo de la *Vida de Fray Pedro*, de André de Resende (1570), donde, al encarecer las cualidades de su biografía, el autor le refiere los conocimientos náuticos, afirmando que, a pesar de que nunca había sido más que grumete cuando anduvo embarcado en su juventud, Fray Pedro tenía «honesta y mediocre noticia del arte de marear; y de la carta y aguja, y de tomar la altura con el instrumento que los mareantes llamaban ballestilla, que les sirve por astrolabio»[21].

***

Al hablar de la ballestilla y de su utilización náutica, Abel Fontoura da Costa escribió que era conocida en Europa desde el siglo XIV, bajo diversos nombres y todos diferentes de aquel que vino a ser corriente entre los marineros: «báculo de Jacob» (Levi ben Gerson), «virga visória» (Jorge Purbáquio) y «radio astronómico» (Regiomontano)[22]. Antes de decir algunas palabras sobre esta afirmación de Fontoura, haré notar que la verdadera ballestilla y el báculo fueron, en el siglo XVI, indistintamente designados por varios nombres: *baculus astronomicus* (Pedro Apriano), «bastón de Jacob» (Fournier), *raidus visorius* (Werner), «báculo mensório» (Pérez de Moya), y otros; en Portugal, Pedro Nunes usó *radius astronomicus* (*De arte atque navigandi...*, p. 47), que fue preferentemente el nombre preferido por los astrónomos; Manuel de Figueiredo prefiriró el de «radio astronómico o ballestilla» *(Chronographia. Reportório dos Tempos,* hoja, 200 vt.º), y Domigos Peres usa simplemente «radio» (Luís de Albuquerque, *Fragmentos de Euclides en*

[19] Ed. facsímil de Joaquim Bensaúde, p. 126.

[20] *Obras completas de D. João de Castro*, ed. A. Cortesão y Luís de Albuquerque, vol. I, p. 268, Coimbra, 1969.

[21] S. da Costa Grilo, *Vocabulário da Vida de Frei Pedro de André de Resende,* IV, 268, Río de Janeiro, 1966.

[22] *Marinharia dos Descobrimentos*, p. 26, Lisboa, 1960[3].

una versión portuguésa del siglo XVI, p. 94, Coimbra, 1969); añádase que Pedro Nunes y Domingos Peres distinguieron y con toda razón, el báculo de a ballestilla (y no fueron casos únicos). No distinguió los dos instrumentos Manuel de Figueiredo, y con él Fontoura da Costa. El gran historiador de la náutica, en el pasaje arriba citado, establece, de hecho, una confusión entre ellos, pero tiene razón cuando afirma que el báculo se divulgó en Europa gracias al tratado del judío David ben Gerson, de 1342, y que de inmediato se difundió en versión latina; de esta traducción hay aún hoy diversas copias manuscritas en varias bibliotecas europeas, lo que muestra el interés que la obra despertó. No son muy abundantes, sin embargo, otras referencias al báculo hasta el final del siglo XV; S. Günther, que estudió su historia, apenas encontró un escrito, anterior a la segunda mitad del siglo XV y debido al franciscano Theodorico Ruffi, que se ocupa del báculo. Se trata de un códice de la Biblioteca del Estado de Munich, en el cual, bajo el título *Baculus Geometriqus, mejor dicho baculus jacob*, se describe el instrumento y sí dice cómo en operaciones de campo, y en especial con objetivos militares, podía ser usado en la apreciación de distancias y alturas inaccesibles (indicaciones que también son frecuentes en obras del siglo XVI).

En la época en que Ben Gerson describe el instrumento, y el pasaje donde, en la descripción de Ruffi, se enumeran sus aplicaciones, se muestra que los dos autores ni siquiera preveían las modificaciones que transformarían el báculo en la ballestilla, tornándolo así apto para ser usado astronómicamente en la determinación de un ángulo de altura o de la distancia angular entre dos estrellas. Efectivamente, en cuanto a la ballestilla, vendría a proporcionar ángulos en grados con la precisión de que, teóricamente, podía ser llevada hasta la unidad. Los textos en los que se explica el funcionamiento del báculo de Jacob muestran que eran extensiones o distancias los resultados normales que con él se conseguían, y, esto a pesar del báculo —como adelante mostraré—, también podían darnos, además, conforme a la manera como estaba construido, cinco o siete valores de ángulos, y con tal fin era algunas veces utilizado por los astrónomos.

En virtud de que la exposición es allí más clara y minuciosa que en los breves párrafos de Ben Gerson, vamos a acompañar la descrip-

ción del báculo que se encuentra en una obra de Sebastião Münster, publicada en 1551 [23].

Según este autor, el báculo se componía de dos piezas: la vara de tres o cuatro codos, que en la literatura portuguesa se llamó virote (fue la designación más usual), verga, flecha o radio, y donde debían ser marcadas incisiones que la dividieran en seis u ocho partes iguales, y otra pieza llamada soalha o sonaja (castellano), transversario, franja o martinete, de extensión igual a una de las partes en que se descomponía el virote, de tal modo que a lo largo de éste se pudiera descolocar la sonaja.

En la utilización del báculo, para medir indirectamente la distancia de dos puntos inaccesibles al observador, indica Münster que se debía proceder de este modo: fijada la sonaja en una de las divisiones del virote, el observador se aproximaba o se apartaba de la distancia a medir hasta que viendo por la extremidad de la sonaja (la que después se llamó cintura del instrumento) se pueda apuntar los puntos extremos de la distancia a medir. Marcada en el terreno la posición entonces ocupada, el observador debía pasar la sonaja a la división inmediata del virote y moverse hasta un punto (o estación) donde pudiera repetir la doble puntería. La distancia entre los dos puntos que se observaran sería la que se pretendía saber.

Está claro que un báculo construido de este modo podía proporcionar alturas o, alternativamente, cinco o siete ángulos, conforme el virote estuviera descompuesto en seis o ocho partes iguales; esos ángulos serían

$$d_n = 2 \text{ arc tg } \frac{1}{n}$$

para $n = 1, 2, ..., 5$ ó $n = 1, 2, ..., 7$ —conforme el caso n designa el número de incisiones marcadas en el virote desde la cintura hasta aquella en que se fijó la sonaja.

Y es ésta la diferencia esencial existente entre los dispositivos del báculo y de la ballestilla, pues, como se dice y verificamos adelante, este último instrumento era construido con el fin de medir aquellos ángulos de grado en grado, dentro de ciertos límites.

[23] *Rudimenta Mathemática* (...), pp. 48-50, Basilea, 1551. En la portada de algunas ediciones (la de 1559, por ejemplo) figura un hombre observando con el báculo, entre otras figuras.

En el texto de Münster —que acompañamos— destaca el carácter práctico del báculo apenas en la resolución de problemas de la naturaleza de aquellos que el autor cita (la longitud de un río, una altura inaccesible, etc.), y esas indicaciones, con los mismos o muchos problemas semejantes se repiten en gran número de libros del siglo XVI, que casi siempre omiten cualquier alusión a su uso astronómico; además, cuando algún autor habla del báculo y de la ballestilla, no es raro destacar la distinción que era entonces corriente hacer entre ellos.

Así, por ejemplo, el arriba citado *Radio Astronómico* de Gemma Frísio —obra que era conocida en Portugal, y citada por Domingos Peres— trata los dos instrumentos independientemente uno del otro; en el inicio de la obra, el autor expone cómo debía ser hecha la graduación del báculo o radio astronómico (así le llama); de modo análogo a las explicaciones de Münster, para, a partir del capítulo V de la obra, enumerar varias aplicaciones a las que se podría prestar el instrumento así graduado. En la hoja 9, verso del librillo, se encuentra un diseño con el modo de graduarse la ballestilla *(Radii astronomici demonstrationem huius doctrine haec figura ostendit)* y en el texto que acompaña al grabado se habla expresamente de la inscripción en el virote de trazos correspondientes a grados *(De inscribendit in Radium gradibus, siue circuli partibus geometrico more)*, se decía como podían ser marcados gráficamente o cómo el recurso a una tabla auxiliar. En los capítulos XVI y siguientes Frísio anota los diferentes usos astronómicos de la ballestilla, aludiendo nombradamente a la distancia angular de dos astros (capítulo XVI), al tamaño de una elipse (capítulo XVII), bien como a la altura del Sol o de una otra estrella (capítulo XXIII).

La solución gráfica apuntada por Gemma Frísio para construir la graduación de la ballestilla se encuentra repetida en muchos libros del quinientos que, en su mayoría, reproducen exactamente o con variantes de poca monta la explicación dada por Werner en dos de sus libros [24]. Fueron, por el contrario, pocos los que recurrieron a tablas de funciones circulares que auqel astrónomo flamenco también presenta. Pedro Nunes, como se verá, tomó una posición singular, proponiendo la utilización de las mismas tablas en sentido inverso al de Frísio, al describir

[24] *In primun Librum Geographiae Cl. Ptolomei paraphrasis,* Nuremberg, 1514, en los comentarios que hizo acompañar a su edición de la *Cosmographia* de P. Apiano, Ingolstadt, 1524.

un tipo de ballestilla en que no se obtenía el ángulo de dos direcciones por lectura directa.

El caso de Gemma Frísio, al distinguir a los dos utensilios, no es único, como arriba insinué; ocurre lo mismo en otros escritos, como —por poner un ejemplo— en el códice 440 de la Biblioteca General de la Universidad de Coimbra; se ve en él tratada gráficamente la construcción de la «ballestilla», que serviría, como se dice en el texto, para hacer observaciones de alturas de la Estrella Polar y subsiguiente cálculo de latitudes; pero, separadamente, el manuscrito describe también el «báculo mensoris» y explica cómo con él podían ser tratados problemas de altimetría.

Parece no haber, por tanto, margen para dudar que muchos autores del siglo XVI distinguían el báculo de Jacob de la ballestilla. Y como es la historia de este instrumento que, por sus aplicaciones en náutica, lo que me importa narrar, de él pasaré a tratar exclusivamente, después de tratar de, como hice, distinguir uno de otro.

A pesar de ignorar el año exacto del surgimiento de la ballestilla en la marinería, dije anteriormente que con seguridad tuvo lugar antes de 1529, como consta en un documento de este año, refiriendo su existencia a bordo de un navío del reino de Portugal. Esto quiere decir que los capítulos de Gemma Frísio dedicados al instrumento en su *Radio Astronómico* no contenían con seguridad novedades para la Cosmografía y constructores de útiles náuticos portugueses, interesados en el asunto; y en cuanto al segundo libro de João Werner arriba citado, se puede decir que las instrucciones ahí dadas para la construcción gráfica de la graduación del virote se aproximan mucho a las de algunas obras portuguesas y españolas que se ocupan del tema; es el caso, por ejemplo, de la *Chronographia* de Manuel de Figueiredo, a la que aún he de volver más adelante; y posible, por tanto, que esas obras se hayan inspirado directa o indirectamente en Werner.

Las referencias en escritos castellanos conocidos sobre el uso o la existencia de la ballestilla en la náutica de España son posteriores a las alusiones al instrumento que se encuentra en la documentación portuguesa; hasta donde sé, Pedro de Medina fue quien habló por primera vez del instrumento en su *Arte de Navegar* (1545), con la nota, además muy importante, de cómo con ella se podían hacer observaciones nocturnas correctamente; por otro lado, en su *Regimiento de Navegación*

(1552) publica el célebre grabado de un marinero en aptitud de mirar a la Osa Menor con este instrumento. Por el contrario, están escritos en castellano los más antiguos textos peninsulares, donde se expone la construcción corriente de ballestillas. Martín Cortez —y es suya la más angitua referencia que conozco— se ocupa de su «fábrica» en su *Breve Compendio de la Sphera y del Arte de Navegar*, siendo el primer texto ibérico que conozco donde se encuentra la solución gráfica de Werner para la graduación del virote, después repetido por muchos otros cosmógrafos que se ocuparon del asunto. En la edición de 1591 del *Compendio del Arte de Navegar* de Rodrigo Zamorano, apenas se glosan las consideraciones de Cortez, pero en el *Regimiento de la Navegación* de Andrés García de Céspedes, editado en 1606, la exposición de aquel cosmógrafo viene actualizada con el añadido de una referencia a las diversas sonajas que podían ser adaptadas al mismo virote (más abajo hablaré de esta novedad), así como las «partes de la vara de ballestilla, según que la parte del transversario tiene 100 de la misma»[25].

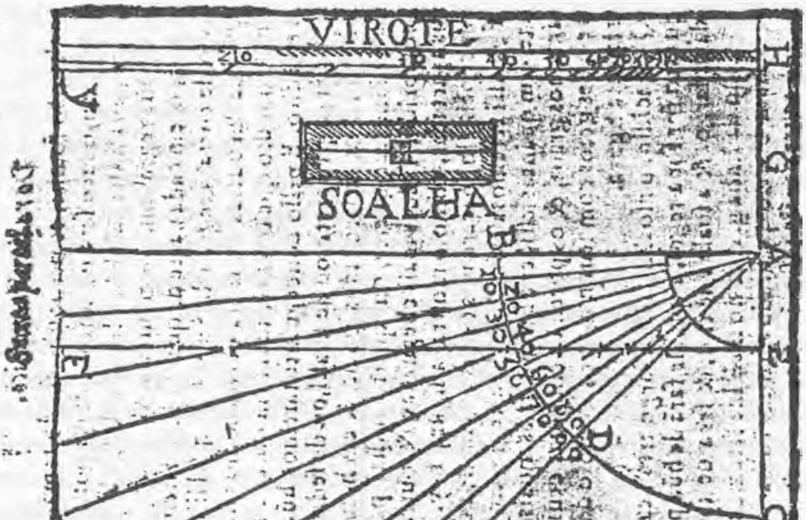
Esta última reflexión, además de poco interesante en la práctica, también se encuentra en una obra anterior de Pedro Nunes, como veremos. También antes del tratado de Andrés García de Céspedes aparecerá en Portugal una descripción minuciosa de la ballestilla y del proceso de Werner: la *Chronografia* del cosmógrafo Manuel Pimentel, que salió de la prensa en 1603. Antes de eso, no obstante, tal vez en 1596, el padre Francisco da Costa, jesuita que leía *Arte de Navegar* a los alumnos del Colegio de San Antón, expone el modo de graduar el virote, declarando que tal práctica no ofrecería dificultades, y considerándose por tal razón dispensado de entrar en pormenores sobre el caso[26].

La exposición impresa de Manuel de Figueiredo se lee en el libro VI de su *Chronographia*, consagrado no sólo a la construcción y uso de la ballestilla o radio astronómico, materia que de momento nos interesa, sino también a los del «cuadrante geométrico», y otros temas ligados a la astronomía práctica. Según Manuel de Figueiredo, para cons-

[25] El texto se ocupa de la descripción de la ballestilla (hojas, 59 vt.°-50 vt.°); de la edición de sus diversos usos (hoja, 61 rt.°); graduación del virote (hoja, 61 vt.°); etc.

[26] L. de Albuquerque, *Duas Obras Inéditas do Pe. Francisco da Costa,* Coimbra, 1970[1]. El pasaje con esta declaración es el siguiente: «La fábula del instrumento pasó en silencio por ser fácil, aunque por satisfacer la curiosidad pondré un rascuño de la página siguiente» (p. 155).

truirse una ballestilla debía construirse una tabla plana o lisa, de «cedro o peral», donde se construiría un círculo *BDC* de centro *A* (Figura 11) cuyo arco *AD*, de 45°, debería ser descompuesto en 90 partes iguales [27]. Si el alargamiento de la sonaja (o «pinacídio», como escribe Figueiredo, de acuerdo con Werner) fuera *GAE* siendo *A* el punto medio de este segmento, conduciría por *E* una paralela *EF* a *AB*; los puntos donde los radios de la división del semicuadrante intersectaran *EF* corresponderían a las divisiones del virote con este alargamiento.



Preparada entonces una regla de ébano, brasil o cedro, con el alargamiento *EF* y sección cuadrada, para que quedase graduada como virote del instrumento, bastaba transportar para ella, a partir de uno de

[27] Por dificultades de construcción, lo que también tenía lugar en la práctica. En la figura se diseñaron radios de 20 en 20 divisiones, o sea, de 10 en 10 grados, como dice el texto.

los extremos (que después sería la cintura de la ballestilla) los intervalos marcados sobre *BF*, por el medio descrito. La sonaja, que debía tener «de largo tres veces casi tanto como las reglas», sería del tamaño de la línea *GE,* «y en el medio le haremos un agujero en cuanto quepa la regla (quiere decir el virote) lo más justo que pudiera ser».

Está claro que la graduación de la ballestilla se debía basar en

$$x = l \; cotg \frac{\alpha}{2} \qquad (l)$$

relación sacada al tríangulo *OAS* de la figura, donde 21 es el alargamiento *SS'* de la sonaja, *O* la cintura del virote *OO'* y *x* la distancia del punto *O* al punto donde debía ser escrito el valor α de la altura observada para la posición de la ballestilla que representa la Figura 12.

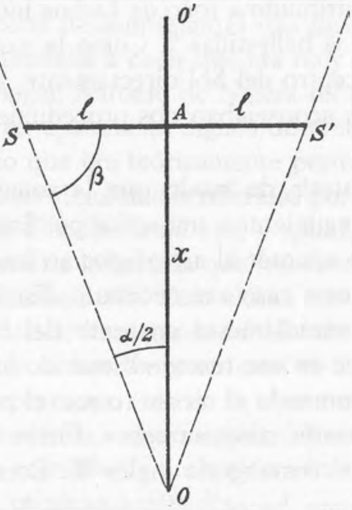
El método descrito por Figueiredo consiste en determinar gráficamente los valores de *x* según *(l)* para α fijado de 10° en 10°, una vez conocido el alargamiento *l* de la semisonaja. Por su lado, Pedro Nunes producirá antes —a lo que dice, por sugestión del que leerá en el tratado *De Cometa* de Regiomontanus— la construcción de ballestillas graduadas linealmente en el virote y en la sonaja [28]. Designemos aún por *l* el alargamiento de la semisonaja, y por *x* la distancia del punto que definía su extensión en el virote a la cintura del instrumento; supóngase preparada una tabla que proporciona el ángulo opuesto al cateto 1 en un triángulo rectángulo en que el otro cateto sea igual a *x* (quiere decir: una tabla de tangentes, diciendo Nunes que podía ser sacada del libro de Jorge Purbáquio sobre el cuadrado geométrico [29]); de este modo, la lectura de *x* en el virote, el cálculo de *l/x* y la lectura de la tabla conducían inmediatamente a la distancia angular de los dos astros a los que fuera apuntada la ballestilla [e *(l)* se obtiene α = arc tg l/x]. En cuanto a la tabla a la que el cosmógrafo se refiere, se ve que fue calculada para un triángulo en que el cateto fijo corresponde a la semi-sonaja *l* tenía un alargamiento de 1.200 unidades. En virtud de cálculo que exigía cada operación, no era aconsejable usar en náutica ballestillas con virotes dotados de graduaciones lineales, como las referidas por Pedro Nunes, aunque a propósito eso facilitase la construcción de tales instrumentos; y es por esa razón ciertamente, que en libros escritos después —de mi conocimiento— no volvemos a encontrar ballestillas así preparadas.

[28] *De arte atque ratione navigandi libri duo*, Basilea, 1566.

[29] Se refería ciertamente a *Libellus de quadrrado astronomico*, Nüremberg, 1516.

Mientras tanto, las mismas tablas antes mencionadas fueron usadas bastantes años más tarde en la graduación de virotes en unidades sexagesimales, como informa Francisco Xavier do Rego[30].

Las dos obras citadas de Pedro Nunes y Pedro Apiano muestran la tendencia de los astrónomos a recurrir a la ballestilla, para la determinación de la distancia angular de dos astros, y Nunes declara incluso que sólo con ese objetivo era su ventajoso uso. Manuel de Figueiredo y otros cosmógrafos coincidirían con él. Figueiredo, en el capítulo en que trata «Del uso del radio astronómico», prácticamente es sólo al problema de la distancia angular de dos estrellas al que dedica su atención; pues apenas alude, y de un modo ligero, en el final del texto, a la ob-



[30] *Tratado Completo de Navegação*, pp. 221-223, Lisboa, 1764.

servación de alturas astronómicas, sin dar cualquier indicación práctica sobre el modo de proceder para ser obtenidas.

Así ocurre igualmente con todos los autores portugueses que le precederán y se refieren al uso del instrumento en el pilotaje. Es una excepción el autor anónimo del Manuscrito 440 de la Biblioteca General de la Universidad de Coimbra, antes citado: el anónimo autor del texto dejó algunos pasajes oscuros o errados, indicando claramente cómo, para obtenerse con la ballestilla la altura de una estrella, el observador debía aproximar uno de los ojos a la cintura del virote y deslizar la sonaja hasta que por una de sus extremidades viese el horizonte y por la otra el astro; la lectura en el virote daba luego, en las ballestillas náuticas, la coordenada buscada.

Sabemos, por tanto, que el instrumetno también fue usado desde muy temprano en la determinación de alturas meridianas del Sol, pues el *Libro de Marinería* atribuido a João de Lisboa incluye un «regimiento para tomar el Sol por la ballestilla»[31]. Como la luz solar cegaría al observador si mirase al centro del Sol directamente, los libros de instrucciones para los pilotos aconsejaban dos procedimientos para evitar ese inconveniente:

a) Hacer la puntería de modo que la sonaja cubriera al astro, como se dice en el «regimiento» transcrito por João de Lisboa, donde se aconseja al piloto a apuntar al astro «por arriba», «porque es mejor para no cegarte»; en este caso era necesario disminuir a la altura observada el valor del semidiámetro aparente del Sol, avalado en 15', como igualmente se lee en ese texto: «Y cuando lo tomaras por arriba sacarás 15 minutos y tomando el medio (o sea: el punto medio del Sol) no le añadirás y le sacarás ninguna cosa». Otros indicarían el mismo procedimiento, como el cosmógrafo inglés W. Bourne[32].

b) Alternativamente, hacer la observación de espaldas al astro (los navegantes le llamarán navegación «de revés»)[33], introduciendo junto a la cintura de la ballestilla un dispositivo de reflexión dotado de una

[31] J. de Lisboa, *Livro de Marinharia*, ed. Brito Rebelo, p. 41, Lisboa, 1903.

[32] *A Regiment for the Sea and other Writings on Navigation*, ed. E. G. R. Taylor, p. 209, Londres, 1961.

[33] Una descripción muy pormenorizada, sin embargo tardía, de la observación «de revés», se encuentra en F. X. do Rego, *loc. cit.* en la nota n.º 30, pp. 216-217.

hendidural, a través de la cual se miraría el horizonte, y haciendo la puntería aproximando la vista del extremo del virote opuesto a su cintura.

Algunos autores, como Bernardo Fernández, sólo suponen viables las observaciones del Sol con la ballestilla, cuando el astro, por cierto visible, se encontrase medio cubierto por nubes, o «andar oscurecido» por no poderse «tomarlo» con el astrolabio[34].

En el tratado *De arte atque ratione navigandi* Pedro Nunes condena claramente el uso de la ballestilla en observaciones de alturas; y su prestigio unido al de otros cosmógrafos, contribuye ciertamente a crear una corriente de opinión desfavorable al uso náutico del instrumento, que se alarga hasta el siglo XVII. Es el caso de João Baptista Lavanha y del padre Francisco da Costa, que también lo desaprueban (y la opinión del segundo fue transcrita *ipsis literis* en el *Arte de Navegar* del padre Simão de Oliveira), o de António Carvalho da Costa, que ni siquiera alude a ella. No todos desaconsejan el uso de la ballestilla sin dar razones: Lavanha se limitaba a decir que era muy difícil hacer las dos miradas que su uso exigía; António de Naiera reforzaría esta opinión con motivos que eran, en apariencia, dignos de tenerse en cuenta; sin embargo, reconociendo que era teóricamente perfecta, en la práctica, más allá de las dos miradas simultáneas referidas por Lavanha, entendía que el balanceo del mar dificultaría su uso, y apuntaba la dificultad de ver el horizonte, en virtud de la neblina que frecuentemente cubría el mar[35]. Lavanha también aludirá a ello. Esta última contraindicación, estaba no obstante expresada desde hace mucho: Pedro de Medina[36], en 1545, enseñó que, para verse el horizonte en caso de haber neblinas o ser de noche, se debía colocar una vara de la altura del observador a alguna distancia de él y terminada con un soporte, donde se colocaría «una señal de fuego» o un «candil»; la puntería a esta señal era, de hecho, paralela al horizonte, como se pretendía.

Antes de Naiera, en 1614, Manuel de Figueiredo, además de todos aquellos motivos para desaprobar el uso de las ballestillas, añadía otro:

[34] B. Fernandes, Livro de Marinharia, ed. A. Fontoura da Costa, p. 23, Lisboa, 1940.

[35] *Navegación Especulativa y Práctica,* hoja 65 vt.°, Lisboa, 1628.

[36] P. de Medina, *Arte de Navegar*, cap. IX («Cómo se tomaba la altura del norte aunque no se vea el horizonte»), hojas LXXXVI vt.° y LXXXVII rt.°, Sevilla, 1846.

eran hechas de madera, lo que, a su entender, no permitía inscribir en el virote graduaciones rigurosas [37].

Era esta la opinión condenatoria predominante entre los cosmógrafos portugueses hasta mediados del siglo XVII; pero en España se dio lo contrario, habiendo escrito Simón de Tobar un tratado en defensa del instrumento, y declara, contra Nunes (a pesar de la admiración que tenía por el matemático portugués):

> Ya que aprobamos el uso de la ballestilla con las dichas limitaciones, será necesario defenderla en lo que injustamente le condenan los que aconsejan que totalmente se de su uso, como fue el doctor Pedro Nunes... [38].

Por otro lado, todo indica que los hombres del mar quedaron completamente indiferentes a esas críticas de los cosmógrafos teóricos; es buen índice el hecho de que durante tantos años éstos hubieran insistido en sus reparos. De sobra, el modo favorable como algunos responsables de las navegaciones encaraban la ballestilla constituye ciertamente un fuerte coraje para que los pilotos continuaran usándola, y en verdad hay documentos oficiales que, ignorando todas esas opiniones técnicas negativas, la aconsejaban abiertamente, o imponen incluso su uso en la merina; así ocurre —para dar ejemplo concreto— en el texto de un «regimiento» de 1608 en el que se prescriben las observaciones que Gaspar Jorge do Couto debía realizar en su viaje a la India; en efecto, uno de los ítems le ordena que «observe las estrellas del polo austral, el sitio y la grandeza, con un radio astronómico, por el modo que se os comunicó» [39].

Los puntos de vista de los cosmógrafos, tal vez como consecuencia de esa insistencia de los prácticos en usar el instrumento y en mostrar que los resultados obtenidos con él eran bastante satisfactorios, vino a modificarse completamente; y Luís Serrano Pimentel fue el primero de

[37] *Hydrographia. Exame de Pilotos...*, Lisboa, 1614. Hay dos ediciones anteriores de esta obra que no me fue posible consultar, por lo que ignoro el reparo que se encuentra ya en ellas.

[38] *Examen y censura del modo de averiguar la alturas de las tierras por la altura de la estrella del Norte con la ballestilla,* hoja 4 vt.°, Sevilla, 1595.

[39] *Documentos Remitidos de la India o Livro das Monções...* publicados por R. A. Bulhão Pato, vol. I, p. 217, Lisboa, 1880.

ellos —que nosotros sepamos— en cambiar de opinión, por lo menos desde 1673, año de unas apostillas a lecciones que quedaban manuscritas, y que publicó Abel Fontoura da Costa [40]. A partir de él se procuró introducir diversos perfeccionamientos en la ballestilla, aunque no trato de esos casos porque se encuentran fuera del período en que apareció y se desenvolvió la navegación astronómica.

Paso por último a las tavoletas de la India. Con respecto al origen de la evolución de este instrumento de alturas que los hombres de Vasco de Gama fueron a encontrar usándose entre los pilotos del Índico, y en 1499 trajeron hacia Europa, puedo repetir lo que anteriormente escribí a propósito de la ballestilla: es una historia que no está absolutamente esclarecida, a despecho de estudios que le dedicaban sabios interesados por la historia de las navegaciones y de la geografía, sobre todo después de publicados los estudios pioneros de Prinsep y de Hammer [41].

A pesar de las dudas existentes, se sabe que la tavoleta o kamal fue inmediatamente experimentado en el mar por los pilotos portugueses, bajo el primero de aquellos nombres o con la designación de «ballestilla del moro», llegando a resultados de principio poco estimulantes, pero consiguiendo después afirmarse durante algún tiempo.

En el llamado rutero del primer viaje de Vasco de Gama, atribuido a Álvaro Velho, nos da cuenta del uso del instrumento por parte del piloto oriental que el capitán mayor de la armada contrató en Melinde [42], pero el anónimo «gentilhombre florentino», que acompañó a Gama y relató la expedición, se refiere por dos veces, aunque en términos vagos, a la náutica del Índico y la utilización, por parte de los

[40] L. Serrano Pimentel, *Práctica da Arte de Navegar*, ed. A. Fontoura da Costa, páginas 20-21, Lisboa, 1960². El manuscrito tiene batantes errores, que desgraciadamente, no fueron salvados en la edición.

[41] Se deben a Hammer y a Prinsep las traducciones, en alemán e inglés, respectivamente, del capítulo I del *Mûhit* de Sidi 'Ali, que tontiene una descripción de los instrumentos con los cuales se observaban alturas en la marina oriental. Véase G. Ferrand, *Introduction à l'Astronomie Nautique Arabe*, p. 228, París, 1928, y, más reciente, G. R. Tibbets, *Arab Navigation in the Indian Ocean before the Coming of the Portuguese*, Londres, 1971.

[42] Después de Daviz Lopes (*Extractos da História da Conquista do Yaman pelos Octomanos*, pp. 39-40, Lisboa, 1962) este piloto ha sido generalmente identificado como Ibn Madjid, autor de un elevado número de escritos náuticos aún no enteramente estudiados. Hoy tal identificación está puesta en duda. Lo sugerí en 1969, en «Quel-

pilotos de este mar, de *certi quadranti de legno,* referencias que han sido generalmente tomadas como alusiones al kamal [43].

Esta afirmación es corroborada por el historiador João de Barros que, en un pasaje frecuentemente citado, relaciona las tavoletas de la India con aquel viaje de Vasco de Gama, y también por el astrólogo maestro João que —como dije arriba— acompañó Pedro Alvares Cabral con el encargo de atestar los instrumentos de alturas, contándose entre ellos el importado kamal. Barros, que escribía bastantes años después del viaje, dice cómo Vasco de Gama, habiendo observado con el piloto que lo acompañó a partir de Melinde, quedó satisfecho al saber que poseía una carta de «toda la costa de la India arrumada al modo de los moros», y por ver que él no se sorprendió con los astrolabios que le fueron mostrados, diciendo que

> en el mar Rojo usaban de instrumentos de latón de forma triangular, y cuadrantes, con los que tomaban la altura del Sol, y principalmente de la estrella (quería, de cierto referirse a la Polar), de la que más se servían en la navegación.

Mientras tanto —continúa Barros—, el mismo piloto, al igual que «otros mareantes de Camboya y de toda la India» prefería usar un instrumento diferente, «el cual ... traje luego a mostrar, que era de tres tablas» [44]; y el historiador termina diciendo que este utensilio, semejante a la «ballestilla», sería descrito en su *Geografía,* obra que, como es sabido, nunca llegará a ser redactada en su forma definitiva y, así, incompleta, se perdió irremediablemente [45].

ques commentaires sur la navigation orientale à l'époque de Vasco da Gama» (en *Estudios de História*, vol. II, pp. 201-211, Coimbra, 1974) y los estudios de Ibraim Khoury nos lo confirmaron después: Ibn Madjid dejó de navegar antes de 1470, y no podía haber sido aquel piloto.

[43] G. B. Ramusio, *Delle Navigationi et Viaggi* ..., vol. I, 2.ª, ed., 1554, p. 131C: «... i marinari di la (reino de Calecut), cici Mornon nauigano con la tramontana, ma con certi quadranti di leguo»; y p. 128C: «Et apresso afferna, che nauigano in quelli mari (gólfo Pérsico) senza bussolo, ma con certi quadranti de leguo, che para difficile cosa, et massime que fa menolo, que no possono beder la stelle». Quiere esto decir, seguramente, que no viendo la Polar navegaban por otras estrellas con «un cierto cuadrante de madera» (kamal).

[44] *Década I*, lib. IV, cap. VI (vol. I, p. 321, Lisboa, 1778).

[45] En un archivo particular fue encontrado hace años un códice con una geografía del quinientos, que Luciano Ribeiro, sin embargo, con dudas supuso era la desaparecida

La carta del maestro João muestra que luego se aprovechó el primer largo viaje después del regreso de Vasco de Gama para experimentar prácticamente el kamal. Todavía, cuando desde Brasil escribió a don Manuel II, el astrólogo y físico estaba desilusionado con los resultados que los pilotos de la armada de Cabral habían obtenido hasta entonces con él; efectivamente, después de pronunciarse desfavorablemente al respecto del uso de otros instrumentos de altura (cuadrante y astrolabio) a bordo de los navíos, el maestro João declara: «casi otro tanto digo de las tablas de la India, que si no pueden con ella tomar (alturas) sino con muchísmo trabajo»; y añade que si el rey pudiera ver cómo los pilotos se desencontraban «en la cuenta de las pulgadas» (como veremos, el instrumento proporcionaba alturas en «isbas», que los portugueses de la época traducirían por pulgadas), seguramente don Manuel «se reiría más de esto que del astrolabio»[46].

Presumo que a esta opinión negativa contribuyó fuertemente la duda entonces existente entre los portugueses respecto de las unidades, de acuerdo con las cuales estaban marcados los nudos del cordel del kamal. Por otro lado, si las palabras del maestro João muestran que se hicieran observaciones con las tavoletas a bordo de los navíos de Cabral, otros testimonios posteriores indican que, a pesar de la carta del astrólogo desaconsejar su empleo, no fueron dadas de lado por los pilotos. Estas dos afirmaciones carecen de justificación; antes de eso, sin embargo, es conveniente describir a modo de sumario las tavoletas y explicar su uso[47].

El kamal se componía de una o más pequeñas tablas (y de ahí el nombre portugués de «tavoletas», relacionado con la palabra árabe *loh*), de forma cuadrangular o rectangular, a cuyo punto central se prendían cordeles con diversos nudos colocados a convenientes distancias de los puntos de unión a las respectivas tablas. Para observarse la altura de un astro, se procuraba uno de los nudos del cordel de forma que, aproxi-

obra de Barros (ver la revista *Studia*, vol. 7, 1961, pp. 151 y ss.); posteriormente, en una comunicación la Academia Internacional da la Cultura Portuguesa, Hernani Cidade mostró que el texto, a pesar de su interés, nunca podía haber sido escrito por el historiador del quinientos; véase el Boletín de la Academia, vol. I, 1966, pp. 41-47.

[46] A. Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos*, hoja anexa a la p. 120, Lisboa, 1960[3].

[47] La circunstancia de haber sido usado por marineros orientales hasta el final del siglo pasado permitió a Prensep exponer de manera cierta cómo el kamal era construido

mándolo a la vista del observador o llevándolo a la altura de los ojos de modo que el cordel quedase bien extendido, se tornara posible al observador mirar el horizonte por una de las aristas de la tabla y el astro por la arista opuesta. Como es evidente, el ángulo de altura medido de este modo dependía de las dimensiones de la tabla y de la colocación de los nudos del cordel; pero como éste no podía ser más extenso que lo que alcanzara el brazo del observador, el kamal era constituido de dos o tres tablas, o tenía forma rectangular, pudiendo en este último caso ser hechas las punterías por la referencia de las dos aristas opuestas, más apartadas o más próximas. El instrumento mencionado por João de Barros sería del primer tipo y compuesto de tres tablas (como se lee en el texto), siendo análogo el citado por João de Lisboa con dos tablas; aquí está el texto atribuido a este piloto:

> (La margen: pequeña). *Idem.* Debes saber que cuando quieras que tomaras la altura de la estrella por la tavoleta pequeña, tendrás aviso que en la cuenta tendrás que meter 15 y con ellos y con los de la estrella que tendrás de sacar o meter haré la cuenta de los dientes para abajo, y tantos cuantos hallar estaréis de la equinoccial para la parte donde estuviera.

El pasaje no es claro: da la idea de que en cualquiera de las tablas había una constante a entrar en el cálculo, de 5 o de 15 unidades, pero sin quedarse sabiendo de qué tipo de unidades se trata; todavía, Luciano Pereira da Silva mostró que, al final, esos números son los grados de partida, concluyendo que con la tabla pequeña se medían alturas de 5° a 14° y con la tabla grande alturas superiores a 15° [48].

André Pire se refiere a un kamal de tipo rectangular, indicando para los varios nudos del cordel las alturas observadas con la «tabla directa» y la «tabla lanzada» (esta designación corresponde a la orientación de la tabla en que queda vertical el mejor lado del triángulo) [49].

y usado. Entre los historiadores portugueses se ocuparon de él, describiéndolo: L. Pereira da Silva, *Obras completas,* vol. III, pp. 28 y ss., Lisboa, 1947; A. Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos*, pp. 28-35, Lisboa, 1960[3]; A. Barbosa, *História da Ciência Náutica Portuguesa,* pp. 17 y ss., Oporto, 1948[2].

[48] L. Pereira da Silva, *Obras completas*, vol. III, pp. 37-38, Lisboa.

[49] L. de Albuquerque, O Livro de Marinharia de André Pires, pp. 217-218, Lisboa, 1963[1].

Dejando de momento la discusión del problema de las unidades del arco usadas en el Oriente, veamos cómo se explica la construcción de las tavoletas; sigo la exposición de James Prinsep, ya que la propuesta por António Barbosa me parece del todo inaceptable. Tomando por unidades de extensión $L = 5\ 1$, el nudo más proximo (1.er nudo) de la pieza de madera cuadrangular quedaría situado a una distancia de esta igual a

$$\frac{6L}{12} = L/2;$$

el inmediato (2.° nudo) a la distancia *6L/11*; y así por delante; quiere decir: el nudo del orden se quedaría a una distancia del punto que el cordel se unía a la tabla igual al valor $6L/[12 - (n - 1)]$[50].

El problema de las relaciones del kamal con Occidente puede ser llevado mucho más lejos (como hicieron James Prinsep y otros historiadores), desde el tipo de graduación que definía la localización de los nudos (Rolando Laguarda Trias sustentó que en el momento de la llegada de los portugueses al Oriente estaba en curso el proceso de la sustitución de la graduación en codadas por las «isbas») y los diversos problemas relacionados con la transferencia de esas unidades con las unidades de arco sexagesimales usadas en Europa, etc.

No voy aquí a entrar en tales pormenores, aunque no quiero dejar de llamar la atención sobre el hecho de que muchas tavoletas sólo indirectamente tendrán algo que ver con tales unidades, pues apenas se limitaban a responder a navegaciones hechas en los golfos de Camboya y Bengala, que en verdad dispensaba su conocimiento. De hecho, hay pruebas testimoniales escritas de que los pilotos, al atravesar, por ejemplo, el golfo que separa a Arabia de la India, recorrían una de esas costas hasta colocarse en altura del punto a que se destinaban, observando la Polar (u otra estrella) encima del horizonte, por los procesos antes indicados, recurriendo al nudo correspondiente a ese lugar y al correspondiente lugar de la costa forntera; singlaban después de éste para el oeste, o en sentido contrario, observando siempre la estrella en el límite de la tabla por el mismo nudo, es decir, siguiendo la navegación hasta donde era posible en el sentido de un paralelo.

Lo que interesaba fijar en el kamal, por consiguiente, eran las alturas, o más correctamente la altura meridiana de la Polar o de otra es-

[50] G. Ferrand, *loc. cit.*, pp. 2-3.

trella, en los lugares más frecuentados que quedaban fronterizos en las dos costas delimitadoras del golfo, y que los pilotos iban marcando por nudos en el cordel. Creo muy probable que el kamal fuera inicialmente construido de esta manera empírica: cada nudo de su cordel señalaría la altura observada a la estrella en dos lugares conocidos y frecuentados de las dos costas, por tanto, situado a la misma latitud, siendo tal indicación práctica independiente de unidades angulares.

No disponemos de ninguna indicación coetánea que nos garantice la existencia del kamal de nudos correspondientes a los lugares más frecuentados en lugar de referencias relacionadas con codadas e «isbas». Mientras tanto, en un estudio publicado en 1850, y reeditado por Gabriel Ferrand [51], H. Congrave describió un kamal, encontrado por él en posesión de un «piloto nativo de la costa de Coromandel», donde los nudos del cordel se encontraban localizados en la posiciones que observaban con el instrumetno las alturas de las culminaciones inferiores de la Polar en varios lugares de la costa oriental de península Indostánica (Punta de Palmeras, Ganjan Pallor, Chintapilly, Pondichorry, Negapatam, Punta de Calymere, Trincolamee).

El instrumento encontrado y descrito por Congrave estaba, por tanto, preparado para la demanda de los puertos del Indostán oriental, o sea, para la travesía del golfo de Bengala a partir de la costa de la península Indochina, correspondiendo exactamente al tipo de navegación que arriba apunté, y que se practicaba en el inicio del siglo XVI; en verdad, el planisferio dicho de Cantino (diseñado en 1502) presenta los topónimos de aquellas dos líneas de la costa situados prácticamente dos a dos sobre el mismo paralelo (y en este caso es lícito hablar de paralelos porque está representada la línea del Ecuador); la travesía del golfo de Bengala se hacía realmente siguiéndolos [52].

El párrafo arriba referido del *Libro de Marinería* de André Pires sugiere, de sobra, la misma conclusión. La tavoleta que este piloto tuvo ahí a la vista era rectangular, y permitía definir dos sucesiones de alturas, de acuerdo con la orientación con que el rectángulo de madera se colocaría enfrente de los ojos del piloto. Las alturas con la «tabla de-

[51] *Idem,* pp. 25 y ss., en especial p. 27.

[52] L. de Albuquerque y J. Lopes Tavares, *Algunas observações sobre o planisferio de «Cantino» (1520),* Coimbra, 1967.

recha», esto es, con su mayor dimensión colocada verticalmente, son indicadas en primer lugar por los nudos de 1 a 7, y después por pulgadas de 12 a 6, respectivamante, y de pulgada en pulgada; las referencias con la tabla en otra posición, o «tabla lanzada», como se dice en el códice, son también en primer lugar relacionadas con los mismos nudos del cordel (pero apenas de 1 a 6), y enseguida en pulgadas , pero ahora de media en media pulgada. El primer ítem del párrafo (tomo éste como ejemplo, todos los restantes son análogos) dice lo siguiente: «Por el primer nudo, que está más llegado a la tabla, tiene 12 pulgadas, que es la altura de Mascate; y Mascate está este-oeste con Diulcine...»; quiere decir: el piloto debía saber que, apuntando por el primer nudo, y con la «tabla derecha», observaría el paso meridiano de la Estrella Polar en Mascate, en Diulcinde o en cualquier otro lugar del mismo paralelo; y era ésta la indicación fundamental para el tipo de navegación de iguales alturas que se practicaba, siendo para eso indispensable conocer el número de pulgadas que la estrella entonces se encontraba encima de horizonte. Así, y contrariamente a lo que escribió Laguarda Trias, no creo que las dificultades encontradas por los pilotos de Cabral en la utilización de las tavoletas que le fueron proporcionadas residiese en las diversidad de su graduaciones, en codadas e «isbas», sino más bien en el desconocimiento en que los marineros se encontraban en cuanto al valor de «isbas». En 1500 ese problema aún no estaba ciertamente resuelto, como muestra el citado planisferio de Cantino, donde el cartógrafo cometió errores por tal razón.

Los datos a partir de los cuales se trazaron en estas cartas las costas de Oriente (o el «marítimo» del Oriente, como entonces se decía) fueron sin duda proporcionados por la náutica oriental, o sea, por cartas, por ruteros y por informaciones orales de pilotos, viéndose en el diseño representar regiones (golfo Pérsico, golfo de Bengala, península Indochina, etc.) que los portugueses aún no habían visitado; además de eso, el trazado presenta errores toscos de latitud, absolutamente inexplicables si se basan en el conocimiento náutico de los valores de esa coordenada geográfica. Por ejemplo: salta a la vista del observador más desprevenido que aquella península se alarga exageradamente hacia el sur, casi alcanzando el Trópico de Capricornio; que la isla de Sumatra se encuentra desplazada hacia occidente de Mala, erróneamente orientada en el sentido norte-nordeste, sur-suroeste y mal colocada en lati-

tud; etc... En una palabra del análisis superficial de la carta de Cantino se concluye que se juntaron en ella datos de dos orígenes diferentes que el diseñador no supo conciliar, ciertamente por desconocimiento de las relaciones que los unían: las latitudes, que, de modo indirecto se introdujeron en el planisferio, en virtud del cual se diseñaron el Ecuador y los trópicos, gracias a los elementos proporcionados por las informaciones de los navegantes orientales.

Si analizáramos estas divergencias más de cerca, se verificaría que los ruteros árabes, como se ven en el *Mohit*[53], colocaban la ciudad de Malaca en seis «isbas»; ignoro a qué «isbas» se refería el autor; pero supongo que la equivalencia era de 1 «isba» para 1° 37' —más tarde usada por los pilotos portugueses, como abajo se dirá— y que las 6 «isbas» corresponden a la culminación superior de la Polar, ese lugar quedaría a la latitud de 6° 12' N, errada cerca de 4° por exceso; pero sólo por el desconocimiento del término de conversión de «isba» se comprende que el autor de la carta haya sido aquel lugar cerca de 13° norte, con error mucho mayor.

La lectura de algunas leyendas de la carta confirma este desconocimiento. El cartógrafo transcribió en ella indicaciones muy probablemente sacadas de relatos de los pilotos que habían visitado la India, y en particular las alturas/latitudes de 12 ciudades del Oriente. Esas alturas están fijadas en pulgadas, con excepción de las que se leen en las leyendas referentes a Djedá y Camboya, que las dan en grados e indicando que en cualquiera de los dos lugares «está el norte en *x* grados y m.°»[54]; ahora es sabido que las dos localidades se sitúan en latitudes vecinas, pero ambas muy superiores a los 11° 30' N que la leyenda dice; además de eso, sus situaciones en el diseño no están lejos del paralelo que pasa por Catigara, Carigan y Chinacochim, y donde el norte queda en 11 pulgadas para las dos primeras localidades y en 10 pulgadas para la tercera. Eso muestra que el piloto tomó como equivalente a grados las pulgadas de las alturas del norte señaladas para Djedá y Camboya, por no saber pasar de una unidad a otra; si se hubiera sabido que una

[53] *Die topographischen Capitel des indisches Seespigel Mohit*, traducción de M. Bittner y prefacio de W. Tomaschek, Viena, 1897.

[54] La leyenda referente a Camboya fue recortada y corregida, siendo de suponer que la palabra inicial *pulgadas* fue cambiada por *grados*; pero se dejó quedar en el femenino m.ª (y no m.°). Véase el estudio citado en la nota n.° 52.

pulgada tenía el valor de 1° 37', habría anotado 18° 27' como altura de la culminación inferior de la Polar en aquellos lugares; sus latitudes serían así avaladas en 21° 57' N. Valor bastante aproximado que encontramos en cartas y ruteros portugueses, y también de los valores correctos (Djedá: 21° 28' norte; Camboya: 22° 19' norte). El planisferio de Cantino nos muestra, pues, que aún en octubre de 1502 (fecha en que fue concluido), por lo menos algunos cartógrafos en Lisboa, no sabían cómo pasar de la «isbas» orientales para las unidades de arco usadas en Occidente, y siendo admisible que muchos pilotos se encontraron, a tal respecto, en la situación del autor del planisferio, no es necesario buscar más explicaciones para las dificultades y para los desacuerdos que sentirán los compañeros del maestro João y él mismo en el viaje de Lisoba hasta el Brasil en 1500.

Es de creer, por tanto, que tales dificultades fueron vencidas poco tiempo después por los técnicos de la marinería portuguesa; la construcción de tavoletas con los nudos dispuestos para proporcionar alturas y grados (y João de Lisboa se refiere ya a ellas) no exigía, en absoluto, el conocimiento de los términos de tal conversión; pero uno de los pasajes que pasaron al *Libro de Marinería* de André Pires indica, correctamente, cómo pasar de «isbas» a grados, cuando afirma:

> Si acaso fuera que hallaras alguna carta de moros y la quisieras graduar a nuestro usanza, tomarás 5 pulgadas y las repartirás en 8 partes, que son ocho grados; y por allí sacarás una carta graduada a nuestra usanza [55].

Esta correspondencia de 8° para 5 «isbas» fija la «isba» en 1° 36', valor muy próximo de la equivalencia admitida por Grabiel Ferrand y otros autores (1° 37'); a partir de su conocimiento, los técnicos de la náutica portuguesa estaban en condiciones de servirse con provecho de todos los datos de la marina oriental, y en particular del kamal. Poco después, tal vez por haberse reconocido que este instrumento era de precisión inferior a los usados en Occidente, no tardó en ser abandonado; cosmógrafos y pilotos posteriores a André Pires ni siquiera lo mencionaban jamás.

[55] *Loc. cit.* en la nota n.° 52, p. 220.

La brújula y la declinación de la aguja

Los fenómenos del magnetismo natural son conocidos desde la antigüedad, y en la Edad Media varios textos le fueron dedicados, especialmente el escrito de Petrus Peregrinus (Pierre de Maricourt), que data de 1269 y es considerado el más completo trabajo dedicado al asunto hasta 1500 [56]. Entretanto, la aguja magnética, y posiblemente a través de intermediarios árabes (hay textos en lengua árabe del siglo xii que se refieren a ella), aunque su origen sea chino, como algunos afirman, comenzó a ser usada en la navegación por lo menos desde el siglo xiii, lo que provocó sin duda más rápido su perfeccionamiento.En el inicio del siglo xvi estaba ya hacía siglos difundida en la marina, data de 1514, y siendo de la autoría del célebre piloto João de Lisboa el más antiguo texto conocido (el *Tratado da agulha de Marear*), que describe la brújula de uso náutico, su construcción y uso. Vamos aquí a describir en pocas palabras el modelo referido en este pequeño escrito, siguiendo un texto que hace años procuré rehacer, confrontándolo con varias copias del tratado con errores (y todas incompletas) que sobrevivieron de él [57]. Según el célebre piloto que lo recopiló en 10 breve capítulos (y con algunas incursiones por temas que poco tienen que ver con la aguja de marear), la brújula se componía de una rosa de los vientos de 32 cuartas, recortada en papel fuerte o en cartón, de una de una aguja que sería montada por debajo o sobre la rosa de los vientos, y de una caja donde el conjunto de esas dos piezas era instalado, y que algunos años después pasaría a quedar suspendida, de manera apropiada, de un envolucro o segunda caja exterior. La aguja estaba constituida por dos láminas de hierro o acero (designadas por «hierros»), iguales y puntiagudas, pero encorvadas en la parte medida, de tal modo que quedasen unidas por las juntas, pero no en sus partes centrales [58].

Como los «hierros» no eran imanes permanentes, se hacía necesario magnetizarlos por contacto de cuando en cuando, tocándolos con

[56] H. Balmer, *Geschiche der Erkesemtseios des Erdmagnetismes,* Aarhau, 1954. El pequeño tratado fue en esta obra traducido al alemán.

[57] L. de Albuquerque, *O «Tratado da Agulha de Marear»* de João de Lisoba, Resconstitución del su texto seguida de una versión francesa con Anotaciones, Coimbra, 1982.

[58] A. Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos,* (p. 165, Lisboa, 1960^3), llamó la atención ante el hecho de construirse así la «aguja» con dos láminas, procedi-

una piedra magnética, o sea, la «piedra de cebar» de la que se habla en el tratado de João de Lisboa y en muchos otros escritos del siglo XVI.

João de Lisboa aconsejaba que se escogiese una aguja de grandes dimensiones («la mayor que se pudiera hacer», escribió), y en cuanto fuese posible homogénea a respecto del peso y de la forma («y ha de ser bien compasada», como añade). Las agujas quedaban unidas a las rosas de los vientos, cuyo norte era siempre señalado con una flor de lis, diseñándose a veces una cruz en el extremo de la línea de rumbo hacia naciente, para señalar simbólicamente la localización de Jerusalén, en relación a la Europa occidental.

Rosa y aguja eran colocadas en la caja, esclareciendo más tarde Pedro Nunes que se apoyaban por su punto medio sobre un «peón torneado», fijado en el centro. La superficie cilíndrica de la parte interior de la caja debía estar dividida en 32 cuartas, en correspondencia con los rumbos y cuartas de la rosa de los vientos. Más tarde, esa graduación pasaría a ser hecha en grados sexagesimales.

João de Lisboa advierte que una mejor o peor lectura hecha por el punto de incidencia de la flor de lis en la graduación dependería de dos condiciones: la dimensión de la aguja, que debería ser casi igual al diámetro de la caja en que rodaba, y la uniformidad de la graduación. En el final del capítulo 1.º se refiere a la primera de estas condiciones en los siguientes términos:

> Y esta aguja ha de ser tan grande que ha de andar junta con la extremidad de la caja, para bien apuntarse con las cuartas que son hechas a lo largo del redondeo de la caja.

El uso de agujas bastante grandes contribuía para el mismo resultado, como antes dijera el autor en la nota n.º 58. La segunda de las dos condiciones referidas es tratada en el capítulo 2.º:

miento que fue abandonado ya en 1614, basándose en un texto anónimo de título: «Fábrica da agulha de marear e erros que pode ter e como se podem emendar», publicado por Gabriel Pereira, *Roteiros Portugueses da Viagem de Lisboa à India nos Séculos XVI e XVII*, pp. 192 y ss., Lisboa, 1898. El anónimo autor dice que dejó de usar agujas dobles, porque las dos extremidades «para juntarse en la rosa», les colocaban un papel, pero con el calor se desgraduaban, alargándose «los dichos hierros de una punta de otra».

> *Idem.* Esta caja ha de ser trazada por dentro de la redondeo, por arriba y por abajo, en 32 partes iguales, para que estas cuartas respondan a las cuartas de la rosa, a saber, rumbo con rumbo y cuarta con cuarta; y no respondiendo, como dicho es, será falsa, y por ella no se podrá hacer verdadera operación, y será todo falso.

El texto observa aún que, en la colocación de los «hierros» en relación a la flor de lis, no siempre se había seguido el mismo precepto; en verdad, el autor declara que las agujas de origen genovés y francés con las que trabajaba acusaban los mismos desvíos, pues «unas hacen más apartamiento que otras, por ser hechas unas más orientales y otras más occidentales». Esta observación muestra que los constructores genoveses y franceses tenían por costumbre fijar la aguja a la rosa de los vientos de tal modo que la flor de lis apuntara el norte geográfico en el lugar de construcción; así, el ángulo del punto central de la aguja con la línea norte-sur de su rosa era igual a la declinación magnética en el instante del montaje, y dependería del lugar en que la brújula fuera montada; lo mismo habían de hacer también los constructores españoles, como sabemos por Alfonso de Santa Cruz: «Los pilotos que navegan al poniente (cometen errores) por llevar los hierros puestos debajo de la rosa media cuarta más al levante de la flor de lis de las 32 en que está repartida la aguja, que es la diferencia que la aguja hace al norte de Sevilla»[59].

Más adelante volveré a este punto, porque de esta característica de las agujas extranjeras resultaban diversos errores en la cartas de marear de esa época, hecho que João de Lisboa refiere; por ese motivo fue llevado a aconsejar otro modo de proceder, uniendo la aguja a la rosa de los vientos de tal modo que el punto principal de la aguja coincidiera con el rumbo correspondiente al de la flor de lis, o sea, al norte-sur de la rosa. Así, no había necesidad de tener en cuenta la constante angular de instalación, cuando se pretendía medir una declinación magnética. Esta particularidad fue característica de las agujas portuguesas, como escribió Alfonso de Santa Cruz, destacando que de ahí venían ventajas pra la navegación, de acuerdo además con el reparo de João de Lisboa[60].

[59] A. de Santa Cruz, *Libro de las Longitudines,* p. 37, Sevilla, 1921.
[60] *Idem,* p. 36.

El *Tratado de la aguja de marear* dice aún que, en consecuencia con los puntos norte y sur de la caja, debían ser abiertos dos orificios, que quedaban, por tanto, diametralmente opuestos; por ellos se hacían punterías en ciertas posiciones a la Estrella Polar o a la del Pie del Crucero, con el fin de determinarse la declinación de la aguja. Más adelante referiremos otras piezas accesorias que eran requeridas para esta operación.

João de Lisboa no habla, con todo, de cómo era hecha la suspensión del instrumento en la segunda caja —la caja exterior— que lo envolvía; la suspensión contada por Cardano, —más tarde introducida para sustraer, en lo posible el conjunto a los balanceos del navío— aún no era conocida en su tiempo, como muy bien anotó A. Fontoura da Costa.

Tampoco la cita Francisco Faleiro, aunque este autor resume mucho la descripción que hace de la aguja, limitándose a referir que el círculo graduado en ella debía quedar encajado, a fin de medirse los acimut del Sol. Para que en el tiempo de João de Lisboa se hicieran las operaciones que indica el piloto, el instrumento sería en general colocado sobre una plataforma suspendida por cuerdas junto a unos de los mástiles de la nave, modo de proceder al que Pedro Nunes aún alude; abandonada la acción de la gravedad, la plataforma se mantenía aproximadamente horizontal, quedando la aguja sensiblemetne nivelada.

Pedro Nunes es el primer autor, de mi conocimiento, que cita la suspensión de Cardano, hablando de ella ocasionalmente cuando describe su instrumentos de sombras, del que después me ocuparé.

***

No se sabe cuándo fue reconocido que el punto central de la aguja no coincide en general con la línea meridiana de cualquier lugar; o sea: es desconocido el nombre de quien por primera vez anotó la existencia de ese ángulo, además variables de lugar a lugar, que en lengua portuguesa vino a ser conocido por «declinación magnética».

Cristóbal Colón, en la redacción que fray Bartolomé de las Casas dio a sus diarios, ya lo había citado más de una vez en las anotaciones referentes al primer viaje, usando los términos nordestear y no-

roestear para indicar que el punto central de la aguja se desviaba para el nordeste y para el noroeste de la línea meridiana, respectivamente. Este hecho puede dar a entender que el fenómeno sería conocido antes, de manera que se habían encontrado modos de medir el desvío y de indicar su sentido; todavía no podemos garantizar que tales palabras no fueran añadidas al texto original, pero podemos estar seguros que es de imputarle la poca claridad de algunas de las referencias al fenómeno. He ahí los tres pasajes de la versión conocida del diario del primer viaje de Colón alusivos a la existencia de declinación de la aguja.

> Lunes 17 de Setembre. (...) en este día, al comienzo de la noche las agujas nordesteaban, y a la mañana nordesteaban algun tanto.
> Lunes 18 Setembre. (...) Tomaron los pilotos de Norte marcándolo y hallaron que las agujas noresteaban una gran cuarta, y temían los marinos y estaban penados y non dician de qué, conoziólo el Almirante; mandó que tornaran a marear el Norte en amaneciendo, y hallaron que estaban buenas las agujas. La causa fué porque la estrella que parece hace movimiento no las agujas.
> Domingo 30 de Setembre. (...) También en anochecendo, las agujas noresteaban una cuarta, y en amaneciendo están con la estrella justo; por lo cual parece que la estrella hace movimiento como las otras estrellas y las agujas piden siempre la verdad [61].

Se acepta la observación referente al 13 de septiembre; pero en las otras dos hay, ciertamente, intromisiones de transcripción, si no incluso añadidos adulterados. Siendo Colón un navegante experimentado, no podía dudar del movimінto aparente de la Estrella Polar alrededor del Polo, como tendría registrado en el día 30 de aquel mismo mes; la idea está repetida del registro anterior, día 17.

Se ha discutido sobre el primer reconocimiento de la declinación magnética, y algunos atribuyen su prioridad a constructores alemanes de relojes de Sol; entre marinos, sin embargo, la prioridad cabe a Cristóbal Colón en estos registros del primer viaje; sin embargo, los cono-

[61] Se indicaron los días de las anotaciones, y no la edición usada y la página, para hacer más fácil la verificación de las transacciones por cualquiera de las muchas impresiones de los diarios. Nótese, no obstante, que en algunas está «nordestear» por «noroestear», o viceversa, error muy común en textos del siglo XVI.

cemos en forma que no será tal vez la debida al punto del almirante de las Indias.

En el inicio del siglo XVI, no obstante, el fenómeno era bien conocido, y tuvo repercusiones en algunos momentos de la cartografía náutica portuguesa de ese tiempo. Todas las cartas, a partir de la de Pedro Reinel de *ca.* 1504, ostentan una escala de latitudes, lanzada de norte a sur de la carta, según una línea continua o descompuestas por el Ecuador en dos portes; era la consecuencia directa de haber pasado a la navegación dicha «de alturas» (o «de latitudes») o sea, tal indicación era el reflejo claro del progreso de la náutica en las cartas preparadas para la marinería, aunque no estuvieron preparadas para recibir la escala.

Todavía, la referida carta de Pedro Reinel de *ca.* 1504 [62] presenta otra notable característica que, sin embargo, sólo excepcionalmente adoptada por algunos cartógrafos nacionales y extranejros, aparece aún así reproducida en cerca de tres decenas de cartas aún existentes [63], contándose entre ellas más de una docena de cartas portuguesas; se trata de una escala oblicua de latitudes, diseñada junto a la representación de la Terra Nova y dispuesta oblicuamente en relación a la escala general de la carta.

Este detalle de la carta de Pedro Reinel, interesó vivamente a algunos historiadores de la cartografía desde la segunda mitad del siglo XIX, deteniéndose a dar una explicación de su aparición. De los estudios de Errera, Winter, Taylor, Gernez y A. Cortesão, entre otros, se examinó que la escala auxiliar estaba exclusivamente relacionada con la Terra Nova, y que fue introducida en la carta para compensar la distorsión que la representación de ese área sufrirá, en virtud de la Cartografía, usar entonces en sus diseños aún indicaciones de rumbos magnéticos, no corregidos de la declinación de la aguja (además, es claro, de distancias estimadas).

[62] A Cortesão y A. Teixeira da Mota, *Portugaliae Monumenta Cartographica,* vol .I, estampa 8, Lisboa, 1960[1].

[63] La última de las que nos son conocidas data de 1674. D. Gernez, «Les Cartes avec Echelle de latitudes Auxiliares pour la Région de Terre Neuve» (1951), dio la lista completa de las cartas que presentan esta particularidad. Algunas de ellas, además de la escala «auxiliar» (para mantener el nombre de Gernez) junto del diseño de la Tierra Nueva, traen otra escala próxima de las Antillas.

Ocurrió que, guiándose por cartas diseñadas en esas condiciones, los pilotos, al alcanzar las proximidades de la Terra Nova, se encontraban con una dificultad para la que no encontraban luego explicación satisfactoria, cuando en tales paradas se comenzarán a hacer determinaciones de latitudes siguiendo la carta graduada, reconocían que iban «mal navegados», pues la escala general de latitudes del diseño los situaba más al norte de lo que el astrolabio les mostraba que efectivamente se encontraban. En 1514 el piloto G. de Castro le dedicó largos y pertinentes comentarios.

Se ignora a qué se debe la idea de remediar el inconveniente por el proceso de recurso que la carta de Pedro Reinel es la primera a adoptar entre las conocidas. Todavía los historiadores disentirían en cuanto a la manera de encarar este subterfugio, para no alterar la carta. Para Winter, por ejemplo, se tornaba del todo incomprensible que, habiendo reconocido los cartógrafos el error, no se decidiesen simplemente a mover las áreas mal situadas en latitudes, situándolas de acuerdo con la escala general de la coordenada [64]; pero Eva Taylor mostró después la sinrazón de este reparo: la carta era de origen magnético y, sin embargo, falsa, se prestaba a la «navegación falsa» (palabras de G. de Lisboa) que entonces se practicaba, donde la latitud era considerada sobre todo como «conocida»; la corrección pretendida por Winter sería, así, absolutamente indeseable [65].

La escala oblicua de latitudes resolvía efectivamente el problema; de hecho, los pilotos que demandaron a la costa americana pusieron de lado la escala general de latitudes y se atuvieron a los números de la escala particular, leyendo siempre en ésta en valor exacto de la latitud alcanzada. Así se consiguió rectificar de un modo práctico y engañoso aquel error, si no se atiende directamente a la causa que lo produce; y sólo algunas decenas de años más tarde, los hombres del mar darían cuenta de otros inconvenientes que la introducción de la escala auxiliar de latitudes no remediaba [66].

[64] «Die erkenntniss der magnetischen Missweissung und ihr Einfluss auf die Kartographie».

[65] Sobre el asunto véase aún J. Guillén, «Las cartas de dos graduaciones en España», en *Actas del Congreso Internacional de Historia de los Descubrimientos,* vol. II, pp. 163-165, Lisboa, 1960.

[66] Loa indicó por ejemplos Jean Rotz en 1542, en obra inédita que don Gernez transcribió el pasaje que interesa a este problema.

Todavía el estudio de este problema no se puede considerar cerrado, las cartas con aquella particularidad cubren un período de siglo y medio y aún o se procedió a su análisis comparativo, siendo desconocidas, por tanto, las diferencias que entre sí por ventura presentan, y mucho menos, naturalmente, sus posibles causas. En todo caso, hay unanimidad de opiniones al respecto de la oportunidad de la escala auxiliar, pero los historiadores difieren cuando se trata de inferir de su existencia, el conocimiento que Pedro Reinel y sus contemporáneos tendrían del fenómeno magnético que con ella procuraban corregir. Citaré sólo dos opiniones completamente opuestas: la que Gernez, para quien el diseño revelaba un desconocimiento total de la variación de la declinación de la aguja magnética, tanto por parte de los navegantes como por la de los cartógrafos; y la de Teixeira da Mota, que observó el hecho de que los marineros podrían haber dejado de reconocer el valor más fuerte de la declinación (cerca de dos cuartas para oeste) en las proximidades de Terra Nova.

Si Colón conoció el fenómeno, como se verifica en las alusiones tal vez estropeadas del diario del primer viaje, arriba transcritas, una docena de años después el fenómeno sería aún mejor conocido. Otras razones nos llevan a inclinarnos hacia la opinión de Teixeira da Mota; y fue él mismo quien recordó dos particularidades: no hay duda que los navegantes sabían que la declinación magnética sufría en general variaciones de un lugar otro, habiendo incluso verificado que era nula en cabo de las Agujas, hecho justificativo del topónimo, como nos informa don João de Castro en su *Roteiro de Lisboa a Goa*. A esta nota, Teixiera da Mota llamó aún la atención en una pasaje del diario del viaje de don Francisco de Almeida (1505), escrito por Hans Mayr, en que, situándose el redactor en un punto de la ruta navegada a lo largo de la costa del Brasil, camino del cabo de Buena Esperanza, escribió: «... si figuran (los navegantes) al sur hasta 40 grados (y) tenían (al) medio día el Sol al noroeste y cuarto del norte»[67], o sea, que la aguja nordesteaba 33° 45' (valor de cierto exagerado).

[67] Estas informaciones constan de la intervención de Teixeira da Mota en el Congreso Internacional de Historia de los Descubrimientos a propósito de la comunicación de L. Rodrigues Junot (*Actas*, vol. II, p. 197, Lisboa, 1960). El pasaje de don João de Castro está en *Obras completas*, ed. de A. Cortesão y L. de Albuquerque, vol. I, p. 198, Coimbra, 1968; y el de H. Mayr en *O Manuscrito de Valentim Fernandes*, p. 14, Lisboa, 1940.

El primer texto de la bibliografía náutica que dedica más atención al fenómeno de la declinación de la brújula es, como arriba mencioné, el tratado de João de Lisboa, fechado en 1514, en que el piloto se ocupa de él de modo satisfactorio en tanto en cuanto lo permitían los medios elementales entonces a disposición de los observadores. Después de formular erradamente una ley en cuanto a la variación de la declinación a la superficie de la tierra, João de Lisboa enseña cómo ese ángulo podía ser medido por observaciones de estrellas, tanto en el Hemisferio Norte como en el Sur.

Estoy de acuerdo con Jaime Cortesão cuando defendió que el regimiento del Crucero del Sur incluido en el *Tratado de la Aguja de Marear*[68] se debió a un piloto de nombre Pêro Anes, a quien João de Lisboa sugiere que lo tenga aprendido. Los dos pilotos hicieron observaciones conjuntas de la Polar y del Crucero en Cochim, y la observación de la segunda constelación se prestó, como la Esrella de la Osa Mayor, para determinar la declinación de la aguja. Esa colaboración tuvo lugar entre 1506, año de la llegada de Lisboa al Oriente, y 1508, fecha de la muerte de Pêro Anes, en el combate de la barra de Chaul, en el que fueron asesinados don Lourenço de Almeida y muchos de sus compañeros.

Pêro Anes, posible autor del «regimiento», era un viejo piloto (acompañaba a Diogo Cão, estando su nombre grabado en las piedras de Ielala, si es que no se trata de un homónimo); ejercía su oficio con mérito, lo que le valió haber sido nombrado patrón de la carrera de la India en 1503. Todo lo que se refería a la marinería le despertaba interés, como nuestra una carta suya, en que se dirigió al rey, pidiéndole que ordenara a un astrólogo, de nombre maestro Diogo, de quien no tenemos más noticias, que le enseñase un proceso para la determinación de longitudes, cuyo conocimiento maestro Diogo ya facultara a otros marineros[69].

Notemos que esta carta, no fechada, fue ciertamente escrita cuando el firmante se encontraba aún en Lisboa, por tanto, antes de marzo

[68] *História de Portugal* (Barcelos), vol. IV, pp. 222 y ss.

[69] Franzão de Vasconcelos, «Un documento que importa a la historia de la marina de los Descubrimientos», en *Petrus Nonius* (1937) y separatas (en ésta, en la p. 6).

de 1505. Es verdad que Frazão de Vasconcelos admitió la posibilidad de Anes de dirigirse al rey de la India. Decir el firmante, cuando se refiere al astrólogo Diogo «que aquí está» no define el lugar de la redacción de la carta (como quería Vasconcelos), ni es creíble que el maestro de la carrera se dirigiese del Oriente al monarca con la certeza de que la respuesta podía tardar tal vez unos dos años, cuando es clara la urgencia puesta en que fuese instruido un método que, según parece, tan avaramente de él quería ocultar.

Admitiendo, pues, que la carta de Pêro Anes fue escrita en Lisboa, y no siendo admisible que don Manuel le denegase el pedido dada la confianza que en él depositaba—, es plausible que fuera el maestro Diogo quien se la transmitió en Cochim por Anes a João de Lisboa, y en la forma en que lo encontramos descrito en el tratado de este último. Ahora bien, ese falso método para la determinación magnética local era lo que exigía su conocimiento.

Dos observaciones. En primer lugar, fue A. Fontoura da Costa quien primero presentó esta hipótesis [70], que pienso debe aceptarse; sin embargo, no existía ninguna prueba documental que, de forma directa o de modo implícito, la confirme; sólo es cierto que cuando Anes escribió al rey aún no sabía resolver el problema y cuando antes de su muerte, en 1508, lo enseñó a Lisboa. En segundo lugar, Alonso de Santa Cruz atribuye la idea de este falso método al boticario de Felipe Guillén, que lo habría presentado al rey de Portugal en 1515 [71]; eso no corresponde a la verdad, aunque no sabía exactamente por qué Guillén cayó en el desagrado de don João III, mereciendo ser satirizado por Gil Vicente y siendo obligado a exiliarse en el Brasil.

Paso ahora a la idea que dominó la falsa relación entre la declinación magnética y la longitud. João de Lisboa, en el escrito referido, la expone muy simplemente: él admitía que una línea agónica o aclínica (línea en que la declinación es nula) atravesaba el océano Atlántico de norte a sur, y coincidía con un semi-meridiano; a partir de ahí (y la afirmación es clara en el tratado) se admitía que la declinación variaba proporcionalmente a la longitud, siendo ésta del mismo sentido que la declinación. Hemos de notar que esta suposición que estaba errada se

[70] A. Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos*, p. 115, Lisboa, 1921.
[71] A. de Santa Cruz, *Libro de las Longitudines*, p. 25, Sevilla, 1921.

podía verificar fácilmente que estaba errada, y João de Lisboa tenía elementos para hacerlo y hasta saber que era doblemente errada. Por un lado, puntos que el piloto indica como lugares en que la declinación era nula no estaban en el mismo meridiano, siendo las diferencias bastantes acentuadas, como la estima no podía dejar de mostrar; y fue a través de la estima cómo don João de Castro verificó tal error, eliminando de una vez la falsa teoría,que después de su crítica fue un poco dejada de lado aunque no totalmente erradicada. Por otro lado, por este camino de la confrontación de declinaciones, se estaba obligado a admitir que las Azores se encontraba cerca de 62,5 leguas de Lisboa, cuando un piloto experimentado, como João de Lisboa, debía muy bien saber que tal distancia era más de tres veces superior.

Más allá de eso, João de Lisboa y tal vez antes de el maestro Diogo y Pêro Anes, no dieron cuenta que la declinación de la aguja variaba en cada lugar con el tiempo; en cuanto a eso, no podemos ser con ellas severos, porque tal variación no fue presentida hasta el final del siglo XVI, a pesar de las innumerables observaciones de la declinación que se hicieron. Tampoco es lícito usar gran rigor al condenar la idea de coincidir con un semimeridiano la línea agónica que se podía trazar en el Atlántico: porque Ptolomeu contaba las longitudes a partir de un meridiano que pasaba por las islas Canarias, en el sentido oeste-este, y admitió aquella falsa relación entre la declinación de la aguja y la longitud, en un tiempo en que el desvío era respecto a la línea agónica.

De cualquier modo, la declinación magnética fue, a causa de esta equivocación, determinada regularmente durante los viajes, a partir de la divulgación de las ideas registradas en el escrito de João de Lisboa; hasta don João de Castro, servía para obtener falsas longitudes, y después de que el futuro gobernador de la India hubiese analizado el caso y condenado la práctica, en 1538, continuó a ser determinada porque era tomada como «conocencia» (en virtud de desconocerse su variación secular).

Y João de Lisboa es el primero, que sepamos, en enseñar cómo se determinaba la declinación. Para aplicar el proceso fue aconsejado que el observador debía aguardar, conforme el lugar en que se encontrara, hasta el momento en que la Estrella Polar o la del Pie del Crucero alcanzasen una de las culminaciones. Se montaba sobre la caja de la brú-

jula una semicircunferencia de alambre, de modo que su plano quedara perpendicular al de la rosa de los vientos y sus extremidades se uniesen a la caja de la aguja en dos puntos opuestos y correspondiente a los ceros de la graduación de la pared interna de la caja; manteniendo la base de la caja en posición horizontal, debía ser orientada de modo que el plano de la semicircunferencia coincidiera con el círculo vertical astronómico de la estrella en el instante de su paso meridiano; este resultado se conseguía por la coincidencia a la vista del plano del alambre con el del vertical de la estrella, operación que se llamaba «bornear la aguja por la estrella». Como en esta posición el plano de la semicircunferencia coincidía con el meridiano del lugar, las puntas de la aguja definían entonces, con los ceros de la graduación interna, la declinación magnética buscada.

Que la operación de «bornear» era delicada, no ofrece dudas: podía, efectivamente, conducir a los observadores a errores con mucha frecuencia. La caja tenía que ser mantenida en una posición en que la base quedase horizontal, y la lectura debía corresponder al tránsito meridiano de la estrella; el texto de João de Lisboa llama la atención sobre el hecho de que estas condiciones habían de ser respetadas, pero es casi cierto que muchas veces no lo eran. Pedro Nunes, que es el primer crítico en mirar el proceso (en el *Tratado em Defensão da Carta de Marear* publicado como anexo al *Tratado da Esfera*, de 1537), se apresuró a condenarlo, pues advierte que en el «bornear cabe mucho engaño»; todavía, Francisco Faleiro, en 1535, al publicar su tratado del *Sphera y del Arte del Marear*, sin duda ya lo considera desfasado, pues ni siquiera hace referencia a él.

Las afirmaciones de Pedro Nunes sobre este procedimiento, sin embargo breves, son de interés, por constituir una prueba más, a juntar a muchas otras, de cómo el arte de navegar del período inicial de su transformación en técnica progresó sin intervención previa de matemáticos o de astrónomos, sino más bien al ritmo de las dificultades que navegantes y pilotos iban encontrando en sus viajes. Por vía de regla dotados de conocimientos teóricos que casi siempre serían muy rudimentarios (y Pedro Nunes, don João de Casto o Francisco Faleiro no vacilarían en denunciar ese hecho), los pilotos y los marineros procuraban resolver esos problemas empíricamente. En esas condiciones no es de sorprender que a veces cometieran errores; por el contrario, sorprende que concluyesen de muchas

de sus observaciones resultados parcial o totalmente correctos, y más espantoso aún es haber dado en algún caso pruebas de su extraordinaria sagacidad, obteniendo resultados más próximos de la exactitud que Pedro Nunes, por ejemplo —que el cosmógrafo español Simón de Tobar consideraba el mayor matemático peninsular del siglo XVI.

Las referencias que el mismo Nunes hace al proceso de bornear la aguja por las Estrellas Polar o del Pie del Crucero constituyen uno de los pasajes en que el cosmógrafo manifiesta, sin razón, su incredulidad hacia los resultados alcanzados por la experiencia de los pilotos.

Como antes tuve ocasión de decir, en la práctica habitualmente seguida por algunos constructores extranjeros de agujas, los hierros eran unidos a la rosa de los vientos, de modo que la flor de lis apuntara el norte geográfico local —o sea, que la línea norte-sur de la rosa de los vientos coincidera con el plano meridiano del lugar—. De este modo, las lecturas hechas en la graduación de la caja, tomando la flor de lis como índice de referencia, quedarían todas afectadas del mismo error, igual a la declinación magnética en el lugar de construcción y en el instante del montaje de la brújula. El resultado de esta característica de construcción, cuando en un lugar se determinara la declinación de la aguja con brújulas de diferentes orígenes y así construidas, en el caso de que no se introdujeran los indispensables términos correctivos, sólo se obtendrían los mismos resultados cuando, por rarísima excepción, la declinación magnética fuera la misma en los lugares y en los momentos en que las agujas habían sido construidas.

João de Lisboa explica de modo satisfactorio esta anomalía; pero Pedro Nunes (y lo mismo había de hacer Francisco Faleiro), no teniendo en cuenta sus explicaciones, escribió:

> Acerca del nordestear y noroestear de las agujas tengo por cierto que ellas no demandan el polo; porque no vi aguja que en esta tierra no nordestease; en la cantidad de nordestear, puesto que los pilotos la afirman mucho, no les doy crédito; porque me afirman unos que nordestean mucho y otros poco, en unos mismos lugares. Bien puede ser que unas hagan más diferencia que otras...

Como se ve, Pedro Nunes no dudaba de la existencia de la declinación de la aguja, y no dudaba porque hasta indicó otros procesos para medirla; sólo le repugnaba aceptar, sólo con fundamentos en

observaciones pilotos y navegantes, que el desvío pudiera variar de manera descoordenada según las observaciones que esos nombres indicaban.

Viene a propósito notar que no tenía razón —por lo que se ve y adelante se confirma— el sabio medievalista J. M. Millás Vallicrosa cuando hace la extraordinaria afirmación de que «cosmógrafos de gran mérito como el célebre Pedro Nunes ...negaban el fenómeno de la variación magnética» [72]. Ahora el cosmógrafo portugués escribió: «Mas porque todas las agujas hacen cambios y no nos muestran el verdadero meridiano bajo el cual estamos...» [73]. Lo más curioso es que Millás Vallicrosa reconoce que fue João de Castro quien, con sus metódicas observaciones, echó por tierra la errada dependencia, hasta entonces admitida, entre la longitud y la declinación magnética (sin embargo, sitúese el hecho en 1572, o sea, 24 años después de la muerte de Castro y a más de 30 atrás de su fecha exacta), y es sabido que Castro en su texto hace afirmaciones repetidas y precisas que utilizó en sus observaciones experimentales con un método aconsejado por Pedro Nunes.

Lo que Pedro Nunes no aceptaba, lo que es bien diferente, son las explicaciones de João de Lisboa para las anomalías denunciadas en el confrontamiento de resultados obtenidos con diferentes agujas; intentaría explicarlas, preferentemente, por las arbitrariedades cometidas por los observadores, pues escribió:

> Bien puede ser que unas (agujas) hagan más diferencia que otras; pero ellos (los pilotos) no pueden saber la verdad de esto, por el arte que dicen que para esto tienen, la cual es que bornearan con la vista la aguja por la estrella, porque además de la estrella andar lo más del tiempo fuera del meridiano, en el bornear cabe mucho engaño, y no se puede verificar esto bien por la estrella sino por el Sol.

Pedro Nunes prefería, naturalmente, los procesos de determinar la declinación magnética por observaciones solares, que expone en este tratado de 1537, pero que antes habían sido presentadas, en el año de

[72] *Nuevos Estudios sobre Historia de la Ciencia Española,* p. 328, Barcelona, 1960.
[73] P. Nunes, *Obras*, vol. I, p. 230, Lisboa, 1940.

1535, por el tratado de Francisco Faleiro sobre el arte de navegar. Y porque el libro de éste estaba terminado para la impresión desde 1532, pensamos que será el cosmógrafo portugués emigrado a Sevilla (hacia donde fue con Fernão de Magalhães y su hermano Rui Faleiro) el primero en presentar esos procesos de determinación de la declinación magnética, aunque sea creíble que Nunes llegó a los mismos resultados sin aprovechar las indicaciones del libro de su compatriota expatriado. Veamos en qué se basaban las soluciones propuestas por Faleiro.

En su tratado, y bajo el título «Del nordestear de las agujas», el cosmógrafo se interesa exclusivamente por la exposición de cuatro procesos que permitían determinar la declinación magnética de la aguja, y todos por la observación del Sol. Para las varias operaciones que sería necesario efectuar en la aplicación de cualquiera de estos procesos, fue concebido un dispositivo especial donde debía ser instalada la aguja de marear; Faleiro se ocupa de él, lo describía con alguna minucia en los primeros párrafos de aquel capítulo, pero sin decir quién tuvo la idea de construir el conjunto de accesorios para la aguja de marear con ese objetivo, como admití antes, es posible que la idea fuera de él mismo; pues bien sabemos —como su hermano Rui— por el magnetismo terrestre y por sus propuestas relaciones con las longitudes geográficas. Mientras, Alonso de Santa Cruz atribuye la instrucción de todo el conjunto en que se insertaría la aguja, a Felipe Guillén, declarando que lo encontraría muy difundido entre los portugueses, cuando visitó Lisboa. Esta visita tuvo lugar en 1545, siendo muy probable que el cosmógrafo español haya visto en las manos de los pilotos el «instrumento de sombras» de Pedro Nunes, muy semejante, como dije arriba, al de Faleiro. Pero Santa Cruz va más lejos, visto que, al relatar una conversación mantenida en Lisboa con don João de Castro, declara que éste, «de palabra me dice que en todos los viajes que había hecho siempre había llevado el instrumento de Felipe Guillén»; es posible que Castro haya hecho tal afirmación, pues en los derroteros declara repetidas veces debérselo a Pedro Nunes.

Francisco Faleiro aconseja cuatro modos de obtener la declinación magnética, pero, naturalmente, inicia la exposición describiendo el dispositivo a usar en las cuatro operaciones por él propuestas (Nunes se limitaba a referir las tres primeras, y con toda la razón, porque la última

estaba errada; y esas tres se basaban en la determinación de la línea norte-sur del observador).

Dice así Faleiro luego en el principio:

> Y para que sepamos lo que las agujas nordestean y noroestean conviene hacer un instrumetno de la manera y forma de la figura que en el presente capítulo hallaréis...

El «instrumento» consistía en una placa circular de hierro o madera, periféricamente dividida en grados y con una cavidad, también circular, en la parte central, donde podía ser instalada la caja de la brújula. En plano perpendicular al de la placa, debía unirse a ésta antes de iniciar cualquier operación, un arco semicircular de acero, latón o cualquier otra sustancia indeformable, y del menor espesor posible; la fijación de las dos piezas entre sí se hacía por unos pernos («puntas agudas») existentes en las extremidades del arco del semicírculo metálico. Sin embargo, no lo dice expresamente, por lo menos Faleiro sugiere que la pieza del soporte para la caja de la brújula debía estar perfectamente horizontal durante cualquier operación; por otro lado, al ser montada la aguja en la abertura para ella destinada, la placa debía estar orientada de modo que la extremidad norte de la graduación de las paredes de la caja apunta el cero de su graduación; demás de eso, la graduación de la placa debía crecer de 0° a 90° a partir de aquel punto, y para uno y otro lado del limbo periférico, y de nuevo se repetía de 0° a 90° aún en los dos sentidos, a partir de un punto diametralmente opuesto al primero.

Descrito así sumariamente el dispositivo, he aquí los procesos:

1.° Faleiro escribió:

> dirigir (el instrumento) al medio día de manera que el medio círculo haga la sombra derecha sin torcimiento alguno; cuando estuviera en parte que el Sol esté entre nosotros y el polo (ártico) haced que entre el Sol por la parte en que la aguja señalare el polo ártico; y cuando el Sol estuviere entre vosotros y el polo antártico haced lo contrario.

Se ve, pues, que se debía girar todo el instrumento en su conjunto hasta que, al mediodía solar verdadero (posiblemente sabido por la altura máxima del Sol con un astrolabio, lo que exigía un auxiliar para la observación), la sombra de aquel semicírculo cayese sobre el diámetro

definido por el diámetro conteniendo los dos puntos de 0°. Para la cuenta de ángulos debía ser tomada como origen aquella de las dos indicaciones de 0° que se encontrara más próxima a la extremidad norte de las agujas; o tal vez mejor: los ángulos debían ser contados a partir del cero vuelto hacía el lado del Sol, cuando el astro se encontrara al norte del observador, y a partir del cero opuesto, en el caso del Sol culminar la sur del observador.

Ya señalé el inconveniente de esta práctica: lo de reconocer exactamente el instante del mediodía solar verdadero, para ser entonces hecha la observación, y tal deficiencia del proceso fue luego reconocida por Faleiro, pues él anota que

> cumple tener mucha vigilancia en conoscer puntualmente el medio día; porque todo lo que errare en conocello, se errara en la cuenta deste instrumento.

Por eso sería preferible el segundo proceso, expuesto a continuación, que fue además el preferido por don João de Castro en sus innumerables observaciones de declinaciones magnéticas.

2.° Esta segunda manera de proceder también está aconsejada por Pedro Nunes; para aplicarla, era necesario clavar un estilete en el centro de la tapa de la caja de la aguja, perpendicularmente al plano de esa tapa y, por tanto, también de la base de la caja. La práctica consistía en leer en la graduación interna, con las puntas de la aguja dirigidas hacia los ceros de la graduación, los grados con que se proyectaba la sombra del estilete «una, dos o tres horas antes del medio día, y otro tiempo después del medio día». Es claro que la bisectriz del ángulo deformado por dos sombras del estilete correspondientes a las mismas horas de la mañana y de la tarde definía la intersección del plano del meridiano con el plano del horizonte, o sea, la línea norte-sur geográfica del lugar; la distancia angular de esa línea a la de los ceros de la graduación era la declinación magnética. Básicamente, el proceso pecaba del mismo defecto que el anterior; un cierto número de horas antes y después del mediodía era fijada por la observación de la misma altura del Sol anterior y posteriormente a su tránsito meridiano, naturalmente a través del astrolabio. Pero el proceso tenía una ventaja, que ningún otro presentaba: era la de poder ser aplicado más de una vez cada día, como además Faleiro luego él dice, afirmando que se trataba de «una

regla muy buena, no sólo por ser verdadera, como por poder servir más veces en cada día que las otras». Como afirmé, don João de Castro se aprovechó de ese hecho, recurriendo casi exclusivamente a este modo de proceder, habiendo llegado a ejecutar tres y cuatro pares de «operaciones» (como decía) diarias, lo que le permitió hacer la crítica del proceso, por la comparación de los resultados obtenidos.

3.° El tercer proceso es, en el fondo, un caso particular del anterior, con la ventaja de que no es necesario el recurso a observaciones de alturas con el astrolabio, pero con el inconveniente de poder fallar una o ambas observaciones, más allá de ser en general bastante más distantes los lugares en que el navío se encontraba cuando se hacían las dos operaciones. En efecto, en este caso se deducía la línea meridiana del observador de las sombras del estilete producidas por el Sol en su nacimiento y en su ocaso.

Añádase que Francisco Faleiro aún intentó obtener la declinación magnética local a partir del conocimiento de la amplitud ortiva o occidua del Sol —o sea, del ángulo de la dirección magnética del nacimiento o del ocaso del Sol, respectivamente, con la dirección del este o del oeste, conforme los casos—; pero la relación entre la amplitud y la declinación solar y la latitud no era lineal, como Faleiro supuso, y las prescripciones para aplicar este cuarto proceso están erradas. Sólo en el final del siglo XVI João Baptista Lavanha vuelve al tema y construyó las primeras tablas de amplitud, después revisadas y perfeccionadas por Manuel de Figueiredo, pero ya en el inicio del siglo XVII. Hemos de notar que Pedro Nunes también aludió al caso cuando buscó despejar algunas dudas que sobre la náutica le puso Martim Afonso de Sousa, cuando volvió a Lisboa después de su célebre expedición al Brasil.

***

¿Por qué me detuve a considerar la declinación magnética? ¿Para qué servía en la navegación? Está claro que nadie, por poco familiarizado que se encuentre con la mentalidad de los hombres del mar del siglo XVI, podrá acreditar que comenzaran a hacer y repetieran observaciones magnéticas por mera curiosidad de reunir sus valores, a fin de someterlos a un estudio de conjunto. Es evidente que otros motivos de orden práctico se sobrepongan a tal curiosidad desinteresada.

Dije anteriormente que los pilotos, tal vez por información conducida por maestro Diogo, que después la pasó a Pêro Anes y por último fue registrada por escrito por João de Lisboa, pensaban que el conocimiento de la declinación les permitía conocer la longitud, a despecho de las pruebas sobre lo contrario que se registraran en el mismo texto del último piloto. Todavía, a partir de 1538, después de observaciones sistemáticas de don João de Castro, se sabía que esa relación no tenía la menor justificación; declarando el observador cuidadoso que ella era un tipo de ley sobre la variación de la declinación de la aguja, que no había llegado a su conocimiento. Parecía que el asunto quedaba de una vez cerrado, pero lo cierto es que los pilotos continuaron determinando declinaciones de la aguja.

¿Por qué lo hicieron? Sólo porque, ignorando la existencia de la variación secular de la declinación, pasaron a tomarlo como conocida en el mar; textos de diarios y derroteros, sin embargo, en número relativamente estricto, prueba que así fue, y lo hacen cuando se declara en ellos que en determinadas latitudes, al observar cierta declinación, se iba «bien navegado». Así se juntaron centenares de registros de declinaciones, que Gilbert y Stevin habían de aprovechar más tarde para los primeros trabajos científicos sobre el magnetismo (último año del siglo XVI y primeros años del siguiente, respectivamente).

EL «REGIMIENTO» DE LAS LEGUAS Y LA MARCACIÓN DEL PUNTO

Me ocupé en el capítulo anterior de la introducción de observaciones astronómicas en náutica; y si tal progreso representó en sí mismo directamente un gran salto cualitativo en cuanto a la marina, también se reflejó en ella de un modo indirecto, y por más de una vía.

Sabemos que hasta la segunda mitad del siglo XV o, lo más tardar, hasta el último cuarto de ese siglo, el arte de navegar se basaba en rumbos leídos en la brújula (rumbos magnéticos) y en distancias estimadas; y que el rigor de esta validación de distancias dependía mucho de la destreza y de la práctica de los pilotos. Desde el momento en que se introdujo en la marina la práctica de determinación de latitudes, lo que había de arbitrario en esa estima podía ser, en cierto modo, compensado; esta consecuencia secundaria de la solución del recurso a la ob-

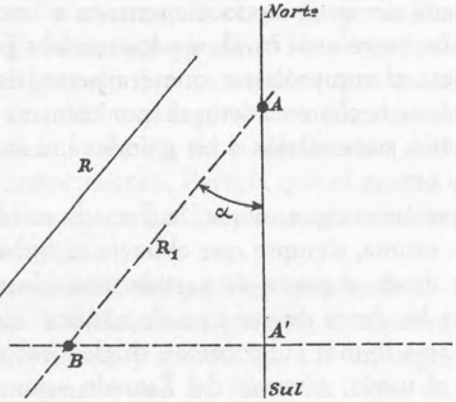
servación prácticamente diaria de aquella coordenada geográfica a bordo de los navíos, luego arrastró consigo a otras; en primer lugar permitió aumentar la precisión con que las rutas eran trazadas en mar abierto, pero también contribuyó al conocimiento de la declinación magnética, determinada de igual modo diaramente a bordo de los navíos, para una distinción entre esos rumbos y los rumbos geográficos; y tuvo como consecuencia el comprobarse que era necesario revisar la cartografía hasta entonces hecha en Portugal (por técnicas mediterráneas)[74]. Voy a hacer algunos comentarios a las grandes líneas de esta profunda evolución.

En la navegación antigua, o sea, la llamada navegación de rumbo (magnético) y de estima, siempre que el navío se hubiera mantenido en rumbo constante desde el punto de partida marcado en la carta, los pilotos podían, con los datos de ese tipo de náutica, marcar el fin de un recurso diario (llamado más vulgarmente singladura) por el nuevo punto ocupado por el navío, a través del llamado «punto de fantasía»; y es cierto que así procedieron antes de la adopción de la náutica astronómica, aunque no existía ningún escrito que describiera el procedimiento enseguida relatado, muy a propósito, uno de los más antiguos textos náuticos portugueses, el *Libro de Marinería* de João de Lisboa[75], habla del «punto estimado», expresión usada con el mismo sentido de «punto de fantasía».

Si el navío, habiendo partido del punto A, hiciese su ruta según el rumbo R, para marcar en la cara el punto alcanzado después de navegar D millas (o, alternativamente, D leguas), el piloto debía operar de este modo: con un compás abierto, de manera que sus puntas distasen de un segmento igual a D tomado en el «tronco» o escala de la carta, describía el círculo C, dentro de C y de radio D; obligando a la punta de otro compás a recorrer en la carta una línea de rumbo R más próxima de A, la segunda punta, fijada en A, diseñaría la ruta R_1 descrita por el navío; el punto de fantasía B, quedaba definido por la intersección del círculo C, con la recta R_1, lugares geométricos situados a la distancia D de A y determinando con este punto el rumbo R.

[74] A. Teixeira da Mota, «Influence de la Cartographie Portugaise sur la Cartographie Européenne», en *Actes du Cinquième Colloque d'Histoire Maritime*, pp. 223-248.

[75] *Ed. cit.*, pp. 8 y 12.



Mientras tanto, es evidente que sólo en circunstancias muy favorables sería posible mantener el navío en un rumbo constante durante las 24 horas de una singladura normal, al haber accidentes geofísicos y geográficos (bajos, islas, alteraciones de vientos, corrientes, etc.). Fue sobre todo para sacar mejor rendimiento de los vientos por lo que los navegantes adoptaron la técnica de bolinar —técnica que, en algunos casos, era la única que permitía avanzar al navío—; «bolinar» quiere decir que lal ruta era hecha a base de consecutivas alteraciones del rumbo, llevando así el navío a aproximarse unas veces, y a apartarse otras del rumbo directo entre el lugar de partida y el de llegada. Por estimación avalaban con mayor o menor aproximación las distancias navegadas en cada una de esas rutas parciales, pero era el avance final *AB*, en la dirección útil la que al piloto más le intersaba conocer para marcar el punto *B* por el «punto de fantasía» a través del procedimiento que dejé escrito.

Este problema náutico fue resuelto por el recurso a una doble tabla que, como dije anteriormente, quedó conocida por los nombres de «ra-

zón» o «toleta de marteloio». Supongamos que el piloto, deseando seguior el rumbo directo, era obligado a recorrer un primer trozo *AC* indirectamente, por la línea quebrada *AEC*: en la primera bordada recorren *AE*, definiendo un ángulo *x* con la línea directa *AB"*; y en la segunda, alcanzando el punto *E*, procuraba volver a la ruta directa a través de nueva bordada que hiciese un ángulo *x* con esa ruta. Para ese hecho la primer tabla de la toleta (también llamada *suma*) daba, entrándose en línea de cuenta con la dirección *x*, avalada en cuarta, y para una distancia *AE* avalada en 100 millas: *ED"*, denominada *alargar*, distancia en que, en *B'*, el piloto se encontraba del rumbo directo; y el avanzar AE", o sea, la proyección ortogonal *AE* sobre el rumbo *AB"* que era de hecho la distancia útil para el cómputo de la singladura directa hasta *D*, y necesaria para habilitar al piloto a hacer después la marcación del punto de fantasía. Conocido el primero de estos elementos, la segunda tabla, designada *por avance de retorno*, preparada para un *alargar* de 10 millas y en función de β (también fijado en cuartas) según lo cual el navío se debía proximar de *ED*, indicaba al piloto la extensión del *retorno EC* (es decir, la distancia a navegar para que regresase ala línea del rumbo directo) y el *avance DC* igual a la proyección ortogonal de la ruta sobre esa línea del rumbo téorico. Por simples operaciones aritméticas se podían deducir de los números tabulados aquellos que correspondían a casos prácticos en 1ue *AE* y *ED* no tenían los valores (100 y 10 millas, respectivamente) usados en el cálculo de las dos tablas de la toleta; lo que no quiere decir que ésta no pudiera haber sido calcada para otros valores.

Está claro que la trigonometría plana podía resolver los problemas de la «toleta de marteloio», pues en función del ángulo *x* y para *AE* = 100 millas, la *suma* podía ser construida por las relaciones:

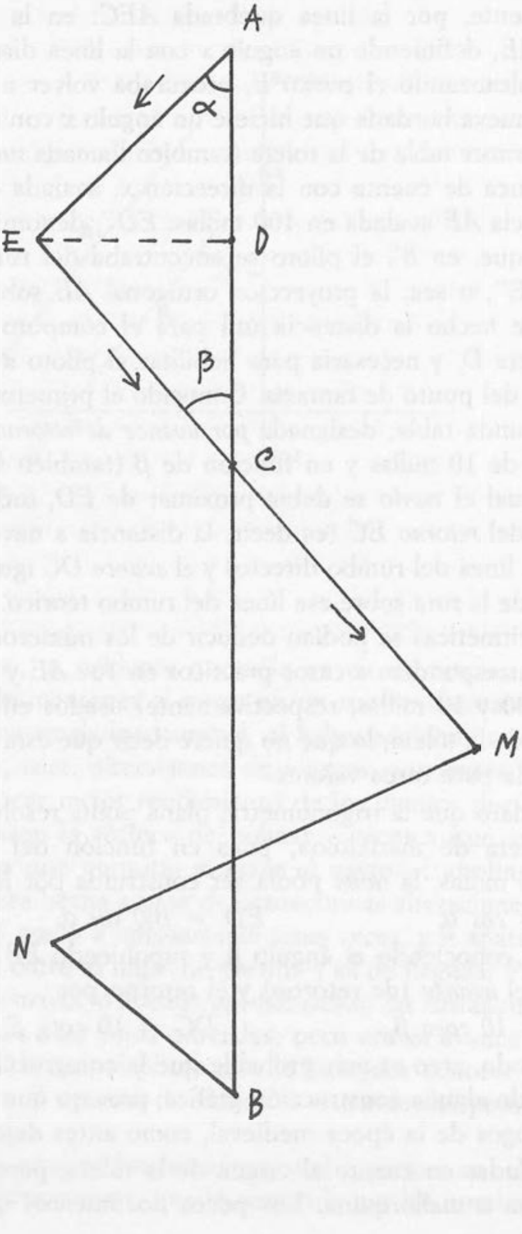
$AD = cos\ \alpha,$ $ED = 100\ sin\ \alpha,$

enseguida, conociendo el ángulo β y suponiendo *BB'* = 10 millas, se calcularía el *avance* (de retorno) y el retorno por

$EC = 10\ coec\ \beta,$ $DC = 10 \text{ cotg } \beta,$

Con todo, creo es más probable que la construcción de la «toleta» halla seguido alguna construcción gráfica, proceso que dominaba en cálculos análogos de la época medieval, como antes dejé dicho.

Hay dudas en cuanto al origen de la toleta, pero nadie duda que sea catalana o mallorquina. Los pocos documentos que la mencionan

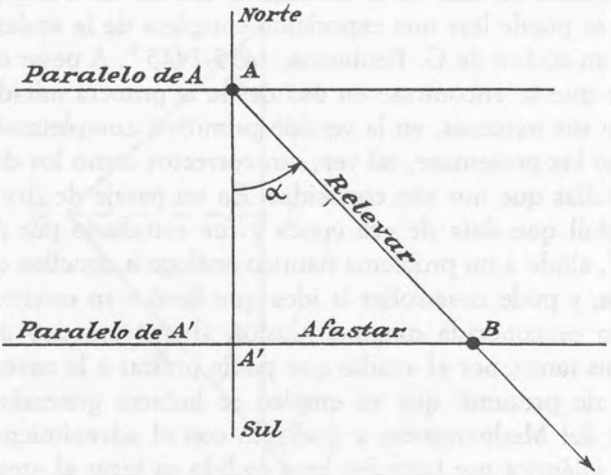

A
α
E
D
β
C
M
N
B

datan todos del siglo XV y son todos italianos; sólo se conoce uno con la doble tabla, siendo los restantes reducidos a «regimientos». La tabla se encuentra en una carta de Andrea Bianco de 1436, y en un texto donde se puede leer una exposición completa de la «toleta» se encuentra en un códice de G. Benincasa, 1435-1445[76]. A pesar de eso, es muy posible que se encontrase en uso desde la primera mitad del siglo XIV, aunque sus números, en la versión primitiva, completamente desaparecida, no los presentase, tal vez, tan correctos como los de las versiones más tardías que nos son conocidas. En un pasaje de *Ars Magna* de Ramón Llull que data de esa época y fue estudiado por Armando Cortesão[77], alude a un problema náutico análogo a aquellos que la «toleta» resolvía, y pude desarrollar la idea que llevó a su construcción.

No es conocida ninguna alusión al uso práctico de la «toleta»; mientras tanto, por el auxilio que podía prestar a la navegación estimada, es de presumir que su empleo se hubiera generalizado entre los pilotos del Mediterráneo, y que sólo con el advenimiento de la navegación atlántica por latitudes haya cedido su lugar al «regimiento» portugués de las leguas. Sobradamente, los fundamentos teóricos de este regimiento y su estructura son en cierta medida bastante próximos de la «toleta»; muy a propósito, en principio el regimiento dispensaba la intervención de distancias estimadas, lo que, sin duda, era su ventaja esencial.

En efecto, tal como la «toleta», o «regimiento de las leguas» proporcionaba en general dos series de números para avalar las distancias navegadas, igualmente como ella, podía presentar esos datos a través de una tabla de dos entradas. Cuando una ruta no era cumplida en la dirección norte-sur, pero había un rumbo *AB* definido con aquella dirección, un cierto número entero de cuartas, el piloto podía obtener del regimiento dos distancias: el *relevar*, o sea, cuantas leguas navegaba por el rumbo *AB*, y el *apartar,* que quiere decir, la distancia que del punto *B* se encuentra del meridiano de partida. Para ese efecto el «regimiento» proporcionaba los valores del *relevar* y del *apartar* para una diferencia de 1° en las latitudes de *a* y *B*, o para una cierta distancia *AA'*, de 25 ó 50 ó 100 leguas, contada sobre un meridiano, entre los paralelos de los dos puntos *A* y *B*.

[76] K. Kretschmer, *Die Italienischen Portulane des Mittelalters,* pp. 358.359.
[77] *Idem.*



Por regla general, era así el «regimiento», pero hay casos excepcionales. En una de sus verdades del *Libro de Marinería* de André Pires[78], se mencionan los valores del *revelar* y del *apartar* para aquellas tres distancias, pero se les añade otro dato, que es la única versión conocida del texto a incluir: la distancia que el piloto se encontraba del punto *A* cuando hubiera navegado por el rumbo *AB* tantas leguas como separaban los puntos *A* y *A'*. Por otro lado, en el texto del «regimiento» que se encuentra en el *Libro* de Francisco Rodríguez, también fue incluido un dato que no se encuentra en cualquier otra copia del «regimiento»: los grados o fracciones de cuanto aumentaba o disminuía la latitud por cada legua navegada en el rumbo *AB*[79].

No me es posible apuntar una fecha, ni siquiera aproximada, para el inicio del uso de este «regimiento» en navegación; es de admitir, sin

[78] *Ed. cit.,* pp. 119-123 y 206-209.
[79] A. Cortesão, *The Suma Oriental of Tomé Pires and the Book of Francisco Rodrigues,* vol. II, pp. 319-320 y 299-301, Londres, 1944.

embargo, que haya aparecido poco después de iniciada la práctica de la determinación de latitudes en náutica, a la que está íntimamente unido. En los primeros años del siglo XVI estaba tan divulgado que rara es la obra sobre la náutica de esa época que no lo mencionara. El más antiguo de esos textos es la *Guía Náutica de Munich* (*ca.* 1509), donde los números regimentales están fijados para el módulo de $17\,^1/_2$ leguas por grado del meridiano terrestre[80]; pero antes de esa fecha el «regimiento» estaba muy probablemente en uso, porque Francisco Faleiro añadió a su *Tratado del Sphera y del Arte de Marear* (1535) una versión del mismo «regimiento», apenas con los datos del revelar, calculados para un módulo de $16\,^2/_3$ leguas por grado[81]; como es bien sabido, este módulo fue anterior al de $17\,^1/_2$ leguas[82]. Por otro lado, acompañando el orden cronológico de los diversos documentos del siglo XVI en que el «regimiento» fue transcrito, se verifica que sus números van siendo necesariamente corregidos, hasta que Pedro Nunes, en 1537, los fijó en valores después aceptados por casi todos los pilotos y cosmógrafos.

El «regimiento de las leguas» fue presentado de un modo abreviado, análogo al de las ruedas de la Estrella Polar, para el «regimiento del norte», y algunas veces hasta conjuntamente con él, o bajo la forma de reglas extensivamente expuestas. La primera forma fue, en general, preferida por los cartógrafos, que transcribían reglas cosmográficas de interés náutico en las hojas de sus atlas[83], pero aparece así por primera vez en el *Libro* de Francisco Rodríguez[84]; por el contrario, en los libros de marinería se optó casi siempre por el enunciado del «regimiento» *in extenso*. Debe ser señalado aún que en la *Cosmografía* de Bartolomeu Velho, de 1568, el «regimiento» es presentado de una forma gráfica diferente de las «ruedas» habituales, lo que además sugiere el modo grá-

[80] L. de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*, p. 138, Lisboa, 1965.

[81] Edición facsímil de Joaquim Bensaúde, pp. 74-79, Munich, 1915.

[82] A. Teixiera da Mota, «Bartolomeu Dias y el Valor del Grado Terrestre» en *Actas* del Congreso de Historia de los Descubrimientos, vol. II, pp. 229-309, Lisboa, 1969.

[83] Así hicieron, por ejemplo, D. Homem en el atlas de 1559 *Portugaliae Monumenta Cartographica,* vol. II, est. 115, Lisboa, 1960. F. Vaz Dourado, en el atlas de 1565 (*Idem*, vol. III, est. 257, Lisboa, 1960); etc.

[84] *Idem*, vol. I, est. 34-iv., Lisboa, 1966; pero en Francisco Rodrigues también da el regimiento por extenso.

fico de, como habrán sido calculados los números regimentales[85]. Efectivamente, por cierto, algunos historiadores de la náutica, como Abel Fontoura da Costa, han admitido la posibilidad de que esos valores hayan sido obtenidos por vía aritmética[86], (supongo será más de aceptar que lo fueran gráficamente); no sólo por esa vía será seguida el diseño de Bartolomeu Velho, sino por ser en las versiones antiguas donde se encuentran más fuertemente errados los valores del *relevar* y del *apartar* respectivamente las dos cuartas vecinas del rumbo este-oeste, exactamente como sería de esperar que ocurriese en el caso de que tales números fuesen obtenidos por una construcción geométrica.

Voy ahora a mostrar cómo contribuía este regimiento para que se tornase más rigurosa la operación de marcar el punto en la carta. Desde que se comenzó a navegar por latitudes, era posible, por la determinación de esta coordenada geográfica y por el conocimiento del rumbo navegado marcar en las cartas el llamado «punto de escudría». Este nuevo modo de proceder consistía en lo siguiente: siendo A, situado a la latitud φ, el punto inicial de la singladura, con un compás podía ser descrito, tal como en la marcación del punto de fantasía, el lugar geométrico R_1 de los puntos que en la carta definían con A el rumbo R seguido en la ruta; siendo B el punto a situar en la carta, final del trozo navegado, y siendo $\Delta\varphi$ en la escala de latitudes, podía ser recorrida en la carta la línea A-'B, lugar geométrico de los puntos de latitudes $\varphi = \Delta\varphi$ o $\varphi - \Delta\varphi$, conforme el navío se hubiese apartado o aproximado del Ecuador, respectivamente. La intersección de los dos lugares geométricos definía el punto de escuadría, fijado en la posición B de la carta.

Una vez marcado B podía así procederse a una revisión de la posición encontrada por el regimiento de las leguas. Si la posición de B por el punto de escuadría fuese correcta, ese punto debía encontrarse a una distancia A leída en el «regimiento» para la diferencia de latitudes $\Delta\varphi$, supuestamente fijada de cuarta en cuarta. En muchos casos estas dos distancias, la regimental y la medida en la carta, no coincidirán, debiendo entonces procederse a la corrección, que mantenien-

[85] *Idem*, vol. II, est. 205, Lisboa, 1960.
[86] A. Fontoura da Costa, *Marinharia dos Descobrimentos*, 395-397, Lisboa, 1900[3].

do el rumbo y corrigiendo la distancia por el relevar del regimiento (en el caso *R* fuese inferior a cuatro cuartas), quien manteniendo las distancias y corrigiendo el rumbo y distancia, su *R* fuese de cuatro cuartas.

Este modo de actuar introdujo un mayor rigor en el arte de navegar, pues daba a los pilotos la posibilidad de compensar errores, muchas veces cometidos en observaciones defectuosas. Por otro lado, colocó por primera vez a los cosmógrafos delante de la necesidad de revisar, como construían las cartas destinadas a la náutica, llevándolos a reconocer que los llamados portulanos, trazados por rumbos y por distancias estimadas, no se adaptaban a la navegación astronómica por la simple introducción de una escala de latitudes. Me ocupo en ese tema enseguida.

CARTOGRAFÍA Y SU DESARROLLO

El conocimiento que tenemos del inicio del uso de la carta en la navegación (o «carta náutica», como entonces y durante mucho tiempo se llamó) apunta a la segunda mitad del siglo XIII. Es citado muchas veces el hecho de que, después de ser fustigado por una tempestad en el Mediterráneo, el rey de Francia Luis IX (después san Luis), cuando se dirigía con su armada contra Túnez en 1270, habiendo preguntado el lugar dónde se encontraba, le fue señalado en un mapa, que no podía dejar de ser una carta para la navegación. La noticia es verosímil pero absolutamente segura es la de que la carta náutica era uno de los auxiliares de los pilotos de aquel mar en la segunda mitad del siglo, porque sobrevivió un ejemplar, no datado pero seguramente de ese período, que llegó hasta nosotros: es la famosa «carta pisana», que ha sido objeto de diversos estudios [87], incluido el de averiguar en qué sistema de proyección fue diseñada, lo que es —en mi opinión— un trabajo inútil, porque ningún sistema de proyección se encuentra por detrás de ella, antes bien, fue diseñada por los procesos expeditos hoy utilizados en topografía; en este caso, para áreas naturalmente muchos más es-

[87] Citaré, por todos, a Bachisio R. Motzo, *Il Compasso da Navigare (opera italiana della metà del secolo XIII)*, Universidd de Cagliari, 1947.

trictas o del Mar del Norte, que en las cartas de aquel tipo están representadas. El estudio que Bachisio R. Motzo dedicó a Ms. 396 Hamilton de la Biblioteca del Estado Prusiano de Berlín, incluye una copia de 1296 de un escrito de marinería anterior, la que el anónimo autor llamó *Il Camposso da Navigare* y sólo en el presente siglo llamó la atención de los estudiosos, a partir de una pequeña nota de W. Ruge, publicada en Göttingen, en el año 1916; Motzo relaciona el texto de este manuscrito, que es, de hecho, un portulano (en portugués se usó después de la palabra roteiro) mediterráneo, y el más antiguo que sobrevivió con la carta pisana (hoy en la Biblioteca Nacional de París), que en cierta medida es la representación gráfica de una parte del texto, porque la carta estuvo mucho tiempo en posesión de una familia pisana, y, también para Motzo, «el manuscrito Hamilton fue poseído por navegantes que tenían el puerto pisano y en la costa toscana su centro de interés». Esta última conclusión es referida al hecho de que aquel puerto, y de que otros del área, han sido particularmente señalados en el texto.

El caso no será excepcional porque (tengo que repetir) las cartas con estas características, de este tiempo y de los siglos inmediatos, están siempre íntimamente relacionadas con los textos náuticos descriptivos de las costas, los llamados entonces portulanos; y por eso no escandaliza que tales cartas náuticas hubieran comenzado a ser designadas, hace cerca de un siglo, por cartas-portulanos. Lo que me parece abusivo, y ya ha sido hecho, es eliminar de la designación la indicación de «carta», o sea, designar el mapa sólo por portulano —porque portulano es má bien otra cosa, como mostró la lectura de una obra exhaustiva de Konrad Kretschemer, en 1909—; y aún más abusivo será llamar, como ya ha sido hecho, portulano (y apenas portulano) a todas las cartas náuticas de los siglos XV y XVI. Si continuáramos haciéndolo, nos arriesgamos a crear un lenguaje equívoco, contribuyendo a futuras lamentables confusiones que fácilmente se pueden evitar.

El perfeccionamiento de las cartas náuticas mediterráneas, diseñadas por italianos y, de inmediato, también por aragoneses y, en especial, mallorquines, tuvo lugar a lo largo del siglo XVI; saltan a la vista esos progresos cuando se estudian esas cartas por orden cronológico. Y dada la frecuencia con que navíos mercantes de la península italiana frecuentaban puertos portugueses, en especial Lisboa, es natural que en ese si-

glo los pilotos portugueses tomaran conocimiento de esos preciosos auxiliares para la navegación. De ahí a decirse que en Portugal sólo se hacían cartas en los tiempos del reinado de don Dinis, hay una enorme distancia, y no disponemos de ningún dato que nos permita extrapolar con la ligereza con que tal a veces ha sido hecho.

Tienen los pilotos portugueses conocimiento de las cartas náuticas, y le tendrían posiblemente adquirido para su uso personal, lo cual no presupone, como es evidente, una escuela cartográfica portuguesa con raíces tan antiguas. Si pasamos la lectura de la *Crónica dos Feitos da Guiné* de Azurara, veremos que la carta náutica era conocida cuando se iniciaron las navegaciones hacia el sur del cabo Bojador, pero también es cierto que las referencias con que nos encontramos aluden siempre a cartas tradicionales, que aparecen puestas en contrapunto con las diseñadas por decisión del infante don Henrique. En verdad, en tres pasajes esenciales de la *Crónica*, aunque el primero sea inútil para la fecha del surgimiento de la cartografía portuguesa, se dan las siguientes informaciones:

1.° En el capítulo VIII [88], el autor, refiriéndose a las dificultades náuticas que, según él, se decía existen para navegaciones más allá del cabo Bojador, afirma:

> Esto, es claro, decían los mareantes, que después de este cabo no hay ahí gente ni población alguna; la tierra no es menos arenosa que los desiertos de Libia, donde no hay agua, ni árboles, ni hierba verde; y el mar es tan bajo que a una legua de tierra no hay de fondo más que una braza. Las corrientes son tan grandes que navío que las pase, jamás nunca podrá volver. Y, por tanto, los antecesores nunca se entrometieron de pasarlo. Y por cierto no fue a ellos tan grande oscuridad cuando no lo supieron asentarlo en las cartas porque se rigen en todos los mares por donde gentes pueden navegar.

No se puede dar una fecha a esta nota, como de ninguna de las dos siguientes. Es sabido que la *Crónica*, dada por concluida en 1456, y no refiriéndose a hechos hasta anteriores a esta fecha, fue retocada después de aquel año, como además se verifica en su contexto. El pasaje transcrito, sin embargo, no es enteramente exacto, porque hay car-

[88] *Crónica dos Feitos da Guiné*, ed. Dias Dinis, pp. 48-49, Lisboa, 1949.

tas que representan a costas africanas para el sur del Bojador; pero, y a pesar de registrar raros topónimos (río del Oro es uno de aquellos que aparece en algunas), el recorte de esa parte costera es absolutamente arbitrario; no debía, pues, haber sido navegado por europeos, o por lo menos no lo fue un número suficiente de veces para tenerse un conocimiento satisfactorio de la línea de costa. Además de esos posibles viajes y de las expediciones del aragonés Jaime o Jácome Ferrer, la primera en el final del siglo XIII y la segunda a mediados del cuatrocientos [89], la nota del cronista se armoniza perfectamente con otras notas aquí extraídas de su obra.

2.° En el capítulo LXXVI [90], volviendo a aludir al conocimiento que antes había en Europa de la costa africana, habla de nuevo de lo que pensaban los navegantes que servían al infante don Henrique:

> Se engañaban aún en la profundidad del mar, porque tenían en sus cartas que eran playas tan bajas, que a una legua de tierra no había más que una braza de agua; lo que se halló por lo contrario, porque los navíos tuvieron y tienen alas de altura para su marear, sacando ciertos bajos y así se hicieron habitaciones [91] que ahí hay en ciertos arrecifes, según ahora hallaréis en las cartas de marear que el infante mandó hacer.

Aquí aparece, por consecuencia, negada una idea que correrá acerca de la costa al sur del límite de Bojador, y se da como figuración exacta la presentada en las cartas mandadas hacer (y completadas) por el infante.

3.° En el capítulo LXXVIII [92]: hablando de los viajes de reconocimiento que hicieran los navíos del infante, se afirma que

> fueron estas carabelas más allá del cabo (Bojador) cuatrocientas cincuenta leguas. Y hallase que toda aquella costa va a el sur, como mu-

[89] L. de Albuquerque, *Introdução à la Historia dos Descobrimentos*, pp. 98-105, Coimbra, 1962[2].

[90] *Loc. cit.* en la nota n.° 89, p. 348.

[91] En el original parece estar «essacanas» que el vizconde de Santarén anota ser término de origen árabe con el significado usado en mi transcripción y con fundamento en dos fuentes de información. En la edición de Torquato de Sousa Soares (Lisboa, 1989[2]) se confirma la lectura.

[92] *Loc. cit.* en la nota n.° 89, p. 348.

> chas puntas, según que nuestro príncipe mandó añadir en la carta de marear. Y es de saber que lo que se sabía en cierto de la costa del mar grande, eran seiscientas leguas (no indica el punto inicial del cual cuenta esta distancia, pero la cuenta terminaba ciertamente en el Bojador), y solo añadidas sobre ellas cuatrocientas cincuenta. Y lo que muestra el mapa-mundo, en cuanto a esta costa, no era verdad, porque no lo pintaban sino a la aventura; pero esto que ahora es puesto en las cartas, fue cosa vista por ojo, según ya tienes oído.

Este pasaje completa los anteriores: en primer lugar, porque afirma la arbitrariedad con que, para el sur del Bojador, eran diseñadas las cartas, como arriba escribí; después porque confirma han sido las «nuevas cartas» añadidas por el infante; y, finalmente, porque ese añadido por él ordenado que se introdujo en la cartografía tradicional había sido una consecuencia de las observaciones hechas en los viajes que preparara o terminara.

Más allá de estos pasajes esenciales, para hacerse una idea de cuándo comenzó la náutica portuguesa a recurrir sistemáticamente a cartas, hay que añadir a las informaciones cogidas un documento firmado por el infante don Pedro, en nombre del rey su sobrino don Afonso V, de fecha 22 de octubre de 1443, declarando haber sido en ese sentido solicitado por el infante don Henrique, que se metiera

> a mandar sus navíos a saber parte de la tierra que era más allá del cabo Bojador, porque hasta entonces no había nadie en la Cristiandad que de eso supera parte, no sabían si había allá población o no, ni directamente cartas de marear, ni el mapa mundo estaba dibujado sino a placer de los hombres que los caían, desde el dicho cabo Bojador en adelante, y por ser cosa dudosa y los hombres no se atrevieran a ir, mandó allá bien quince veces, hasta que supo parte de dicha tierra. Y mandó de ella hacer carta de Marear.

Estas informaciones completan las anteriores y hasta las precisan. Charles Verlinden, en un breve texto escrito en 1979, las compaginó con otras informaciones prestadas con la crónica de Azurara, y poniendo de parte la referencia a un mapa que los delegados de Portugal presentaron en el concilio de Basilea, para hacer valer sus pretendidos

derechos a las Canarias, por no tratarse de hecho de una carta náutica (y se nota que el documento de 1443 hace distinción claramente entre cartas de marear y mapas-mundo); puede así concluir que fue la vuelta de 1445 lo que hizo que apareciese la cartografía portuguesa [93], conclusión sólidamente enraizada en las declaraciones que disponemos, y de modo indirecto, lo que la hace, a mi ver, bastante más firme.

Esta conclusión que nos parece segura, exige, por tanto, algunos comentarios. En verdad, Duarte Pacheco Pereira dice, en el *Esmeraldo de situ orbis*, escrito entre 1506 y 1508, que vino a Portugal contratado por el infante don Henrique un cartógrafo judío mallorquín, conocido como Jaime de Mallorca, pero que se supone, en verdad, que su nombre era Jafuda Cresques, que habrá sido contratado a fin de enseñar en Portugal a hacer cartas de marear. Duarte Pacheco es en eso bien explícito, pero en verdad Duarte Leite puso sus restricciones a la supuesta presencia del cartógrafo judío en Lisboa [94], porque la información es tardía y en Azurara no se encuentra la más breve referencia a su venida, Verlinden dio poca importancia a este reparo de Duarte Leite y lo mismo hizo Armando Cortesão, a pesar de no estar esclarecida la duda en cuanto a la identidad de ese hombre que es muchas veces presentado como hijo del célebre Abrahám Cresques, autor del célebre planisferio de la Biblioteca Nacional de París (1375), y que, convirtiéndose al cristianismo, adoptó el nombre de Jácome o Jaime Ribes [95]. De cualquier modo, si no fue Jaime de Mallorca el maestro de la cartografía protuguesa del siglo XV, hbrá sido otro catalán o un italiano, y posiblemente más joven que él; de aquí se desprende que no tiene fundamento la idea de Armando de Cortesão de que ya se construyeran cartas en Portugal en el inicio del siglo XIV, pues habiéndose entonces iniciado tal arte en Portugal en un período de gran expansión de la marina portuguesa no es creíble que un siglo más tarde estuviera totalmente olvidada, y por eso fuera necesario contratar en el extranjero un hombre experto en ella, para de nuevo introducirla entre los portugue-

[93] Charles Verlinden, *Quand commença la Cartogrfaphie Portugaise?,* Lisboa, 1979.

[94] Duarte Liete, *História dos Descobrimentos (Colección de Esparsos)* organizada y comentada por V. Magalhães Godinho, vol. I, p. 175, Lisboa, 1958.

[95] A. Pinheiro Marques, «Realidades e Mitos da Ciência dos Descobrimentos Quatrocentistas (A propósito de la Escuela de Sagres y del célebre Maestro Jaime de Mallorca», en *Actas del Congreso Internacional Bartolomeu Dias y su Época,* vol. II, pp. 347-361, Oporto, 1989.

ses. Aún así, tengo que reconocer que la estructura de la tesis de Armando Cortesão no está aparentemente falta de lógica, como lo apunté en mi análisis crítico: en realidad dice que Jaime de Mallorca no vino a enseñar a hacer cartas al reino de Portugal, porque no se carecía aquí de quien conociese el arte de la cartografía; para el erudito conocedor de la historia de la cartografía él fue contratado «no sólo para enseñar a construir cartas», sino sobre todo para enseñar el arte de navegar y la construcción de instrumentos, más allá de transmitir conocimientos de cosmografía.

No puedo pasar adelante sin un comentario, en cuanto a un aspecto inicial, repitiendo lo que escribió Charles Verlinden; efectivamente comentando el hecho de Armando Cortesão, a propósito de las cartas escribió «que ellas ya aquí (en Portugal) se hacían hace más de un siglo», cuando Jaime de Mallorca llegó al contacto con el infante, y no hizo más que perfeccionar el modo de hacerlas, el profesor belga comenta que en

> su obra Cortesão no proporcionó, entretanto, una única prueba de la existencia de cartas portuguesas, quizás perdidas, como las de 1443-1453, pero anteriores a esta fecha.

En cuanto a lo restante, no puedo dejar de mencionar que, en la fecha probable de la llegada de Jaime de Mallorca a Portugal, aún se estaba lejos de saber que la navegación que se iba a practicar iba a exigir instrumentos, como el cuadrante y el astrolabio, únicos inicialmente usados. Por otro lado, el arte náutico de su conocimiento estaba desde hace mucho al alcance de los pilotos portugueses, y fueron éstos quienes la modificaron del modo que quedó indicado en los capítulos anteriores. Por último, y en cuanto al saber cosmográfico, a los pilotos les bastaba conocer sus principios elementales, que se encontraban en el *Tratado da Esfera*, de Sacrobosco, escrito del siglo XIII, que fue traducido para las *Guías Náuticas* portuguesas, y publicado también, en 1537, por el cosmógrafo Pedro Nunes, en una versión más cuidada.

Ninguna de aquellas conjeturas de Armando Cortesão tiene, a mi ver, fundamento. Como no lo tiene su perplejidad por no haberse encontrado hasta hoy ninguna carta náutica del tiempo de don Henrique. El sabio historiador consideraba eso un misterio inexplicable, incluso teniendo en cuenta las desastrosas consecuencias del terremoto de 1755.

Ahora ese «misterio» es fácil de aplicar: diseñadas para ser utilizadas por los pilotos, o se «gastaron» en sus manos o fueron destruidas de cualquier modo cuando aparecieron otras más perfectas para sustituirlas; el reciente descubrimiento de cartas antiguas en encuadernaciones de libros existentes en archivos de Viana do Castelo y del Alentejo, que Alfredo Pinheiro Marques y José Manuel García están estudiando en este momento, muestran uno de los caminos que podían llevar a una carta en desuso o en la posesión de alguien que no sepa darle el valor que *hoy* tendría *para nosotros.* De toda la cartografía portuguesa de los siglos XVI y XVII que hasta este momenmto puede observar en los originales, y no apenas en reproducciones, jamás encontré ninguna señal de que hubiera sido usada en náutica, porque en ninguno de los ejemplares examinados vi marcas de las puntas de compás que servían para marcar puntos de fantasía o puntos de escuadría. Lo que además sería de esperar, pues el gran conjunto de cartas existentes debidas a cartógrafos portugueses, está casi siempre ricamente iluminado o por lo menos muy bien coloreado con un esmerado acabado perfectamente dispensable si en algún caso se tratara de un instrumento de trabajo náutico. Una gran parte si no la totalidad de esas cartas, constituyen ofrendas o compras de grandes señores que querían tener informaciones sobre el mundo habían descubierto que los navegantes peninsulares. Hay casos bien conocidos en que esto sucedió, como con el planisferio anónimo dicho de Cantino, que fue comprado en Lisboa en 1502 para el duque de Ferrora.

Es cierto que se ha afirmado que alguna cartografía italiana del siglo XV (en especial cartas de Grazioso Benmincasas y algunas de la colección de Cristoforo Soligo, de la British Library), como la carta típica de Henricus Martellus Gernanus, que representa los viajes portugueses a lo largo de la costa africana hasta el decisivo viaje de Bartolomeu Dias, fueron diseñadas sobre prototipos portugueses que se perdieron. Puede no haber sido así, ya que esos cartógrafos podían disponer simplemente de los datos de las rutas que permitían pasar a a la carta los contornos portugueses como ya hacían entonces sus colegas de Lisboa.

De un modo u otro, no nos parece poner en duda que las cartas en Portugal, que sin duda aún se hicieron en vida de don Henrique, seguían una construcción basada en la señalización de puntos de fantasía, pues sólo así se comprende que el infante, según Azurara, «man-

dase añadir» sin dificultades a la carta tradicional, que en la costa occidental de África terminaba en el cabo Bojador, o que de nuevo fuera descubierto en su tiempo. Si se hubiera seguido otra técnica, las cartas no habrían quedado con la homogeneidad que presentan —como se puede ver en la carta de Pedro Reinel, de *ca.* 1485, y en la carta de Jorge de Aguiar de 1492—; pero por eso, *nadie podía* seguir otra técnica, porque se navegaba «por lo acostumbrado» (la expresión es de João de Lisboa), en cuanto no se introducían métodos astronómicos en la navegación.

La explicación, que también fue presentada, de que la desaparición de muchas cartas portuguesas se debe al cumplimiento de una política de rígido secreto, tampoco es coherente; cuando en 1504 se prohíbe la divulgación de cartas para más allá de la línea ecuatorial, estaba extendida por Europa la idea de que, desde 1488, se sabía con certeza que era posible navegar por el Atlántico hacia el Índico, al contrario de lo que enseñaba la geografía ptolemaica. Ésas y otras novedades de la geografía posicional de tierras y mares en todo el mundo, que las navegaciones portuguesas y enseguida españolas divulgaron, llegaron a la suspensión de las ediciones de Ptolomeo —como ingeniosamente opinó Armando Cortesão—; sólo fueron retomadas en 1517, cuando los cartógrafos se persuadieron de que tenían una idea relativamente correcta del mundo real, publicando *tabulae novae* con los tradicionales mapas ptolomeicos. Todavía antes de esa reedición de 1507 se diseñará en España un planisferio de Juan de la Cosa, y en Portugal aquél es conocido por de Cantino (nombre del agente que lo compró) como las aproximaciones entonces posibles del mundo real que podía ser divulgado. Fueron las novedades que de cada viaje importante se obtuvieran lo más significativo para que la cartografía enriqueciese el contenido de cada mapa; y con tal rapidez, que en pocos años (poco después del viaje de Fernão de Magalhães), toda la tierra era significadamente conocida, con la excepción de Australia, que, en la mejor hipótesis (o sea: admitiendo que Jave-la-Grande de las cartas dichas de Dieppe, configuran el continente-isla) sólo en el período de 1535-1545 fue descubierta; no falta en muchos ejemplares de esta cartografía un continente meridional que, siendo reducido a las debidas proporciones, sería la Antártida; pero, en este caso, por simples coincidencias, pues esas extensas áreas terrestres eran solamente lo que quedaba de las grandes masas continentales que se veían por el sur en los planisferios ptolomeicos.

Dije antes que, con la adopción de la navegación astronómica, se acabaron de diseñar escalas de latitudes en las cartas; fue una práctica iniciada ciertamente al comienzo del siglo XVI, porque el citado planisferio «de Cantino» de 1502 no presenta aún tal escala, aunque en ella se tiene diseñado el Ecuador y los trópicos, líneas que le serían equivalentes. Aún más, la escala de latitud fue introducida abusivamente en cartas que no habían sido diseñadas, pues no tenían en cuenta el valor de esa coordenada geográfica para cada punto marcado en la carta, y se vio que podía conducir a graves errores en áreas en que la declinación magnética fuera fuerte, habiéndose acudido a esa dificultad con un recurso aceptable en los desaciertos a que conducía tal modo de proceder. Añádase que João de Lisboa fue el primero, a nuestro conocimiento, en referir por escrito el desacierto, explicando, y bien, que las cartas a disposición de los pilotos de su tiempo estaban diseñadas por el proceso antiguo (por rumbos y estima), que llama «falso», y aconseja que «en cuanto las cartas fueran enmendadas» se debe continuar por el «acostumbrado», o sea, también por lo «falso» [96].

A pesar de éste y posiblemente otros reparos de la misma época hoy desconocidos, el método tradicional de hacer cartas no fue luego alterado. Lo digo fundado en una extensa nota del *Roterio de Lisboa a Goa*, de don João de Castro, que en otra ocasión comenté. En esa nota, que está reproducida en el *Tratado da Esfera* del mismo autor, en el *Livro de Marinharia* de Manuel Alvares, en el *Arte de Navegar* del padre Francisco da Costa, y en el *Regimiento de la Navegación* de Andrés García de Céspedes, don João de Castro explica, y correctamente, los errores cometidos en las navegaciones basadas en rumbos magnéticos no corregidos de la declinación, y muestra cómo se transmitían a las cartas [97]. Remito al lector para explicaciones, un tanto extensas, a las que di en la obra citada en la nota anterior pero me permito llamar la atención sobre el hecho de que la cartografía continuar manteniendo la técnica de diseño que a Portugal llegara de las escuelas mediterráneas.

[96] L. de Albuquerque, *«O Tratado da Agulha de Marear» de João de Lisboa ...*, p. 14, Coimbra, 1982.

[97] *Obras Completas de D. João de Castro,* ed. A. Cortesão y L. Albuquerque, vol. I, pp. 198-207, y 289-292, Coimbra, 1968.

Aún, en 1538, fecha de aquellas observaciones de don João de Castro, el cosmógrafo Pedro Nunes, que poco tiempo después vendría a ser nombrado cosmógrafo mayor del reino de Portugal, debía estar interesado en ese problema. Y lo estaba, de hecho, en dos direcciones diferentes.

En primer lugar, Pedro Nunes, con buen fundamento teórico, pretendía que fuera adoptado en náutica un nuevo padrón de carta, basado en el trazado de paralelos y de meridianos, lo que implícitamente admitía que se pasarían a tomar durante los viajes las dos coordenadas geográficas, latitud y longitud; sería excelente, pero no había ningún medio seguro para la determinación de la segunda coordenada, y menos con la frecuencia que las navegaciones exigían. Está claro que Pedro Nunes no desconocía ese hecho, pues a pesar de eso, habrá impuesto su nuevo «padrón» a los pilotos; lo sabemos no por cualquier declaración del cosmógrafo, o porque haya llegado hasta nosotros una sola especie de ese género de cartas, sino por las amargas palabras de Lopo Homem, cartógrafo de renombre, quejándose de ellas.

Hace años, Luis de Matos transcribió de un manuscrito de la Biblioteca Nacional de París las quejas de Lopo Homem [98], de las que copio aquí la parte final, actualizando la ortografía:

> Todas las cartas que por este padrón después se hicieron y se hacen en el almacén (de la Guinea y de la India) son muy desvariadas de toda la verdad y ciencia de navegar, y en todas las armadas que fueron a la India se hicieron y ocurrieron muchos malos recados y más viajes en lo navegar por ellas y se perdieron muchas naves de la armada del rey (João III) que Dios tiene, por ser muy falsas y fuera de toda la certeza y verdad. Lo que tanto es así experimentado por experiencia y por la misma ciencia que, por algunos pilotos y navegantes ser ciertos y experimentados de los dichos errores, para no incurrir en la pena que les es puesta de no poder navegar por otras cartas para salvación de sus vidas y viajes, y verdad y certeza de sus navegaciones, navegan secretamente por los regimientos y cartas y cuarterones y derroteros antiguos, por ellos estar en la verdad, con que traigan sus naves a salvamento, y los que esto no hacen son los que pierden.

[98] L. de Matos, *Les Portugais en France au XVIe siècle . (Études et Découvertes)*, pp. 319-222, Coimbra, 1952.

El pasaje final que también transcribo, inculpa nominalmente a Pedro Nunes de esa innovación extemporánea; dice así:

> El doctor Pedro Nunes mandó hacer un padrón de navegar sobre y por razón del hecho y apariencia de los eclipses del Sol y de la Luna, y si lo ofrece de mostrar el dicho de Portugal (...).

Pedro Nunes también se interesó por otro problema cartográfico: el trazado de la curva loxodrómica. No voy a detenerme en un problema en cuyo estudio Nunes fue pionero, porque se trata de una cuestión que en aquel tiempo era de cariz acentuadamente teórico, y cuyo estudio matemático fue recientemente hecho por Raymond d'Hollander, en un trabajo que publicará en breve[99]. El autor de este análisis inédito considera aceptable, para los medios de la época, la solución que es presentada por el cosmógrafo mayor portugués —no obstante le hicer notar dos defectos—. En la obra de Nunes, en un cuadro por rellenar de números cuyo cálculo él enseña a obtener, manifiesta su perplejidad, comentando:

> Puede en primero por ser la pregunta de saber porque el sabio portugués estaba más especialmente atraído hacia los conceptos matemáticos que para cálculos repetitivos, fastidiosos y demorados con los medios de la época, que no le interesaban.

Se ignora en qué época exacta se pasó en Portugal a diseñar una cartografía de acuerdo con el modo de navegar, pero puede decirse que ello se verificó entre el fallecimiento de Pedro Nunes (1578) y la redacción del *Tratado da Hidrografia* del padre Francisco da Costa, del que no se sabe la fecha de redacción, pero que data de *ca.* 1600; nunca será posterior sin embargo, a 1604, año de la muerte prematura de su autor[100].

[99] Raymond d'Hollander, «Historique de la Loxodromie», que aparecerá en la revista *Mare Liberum*, n.° 1, 1990.

[100] El tratado en causa y un *Arte de Navegar* fueron publicados por mí bajo el título *Duas Obras Inéditas do Pe. Francisco da Costa,* Coimbra, 1970[1]. Los dos textos se encuentran reunidos, como una sola obra, en el Códice Egerton 2603 de la British Library, pero aparecen separados en el Códice NVT/7 del National Maritime Museum. En la edición seguimos la segunda copia, pero anotando el texto con variantes de la otra. El capítulo de la obra al que me refiero en el texto presenta algunas variantes significativas.

He ahí cómo el padre Francisco da Costa describe «cómo se prepara una carta hidrográfica (...) según el modo ordinario»:

> En pergamino o papel imperial se describe un paralelogramo rectángulo, cuya altura tenga el doble de su largura, y láncese dos líneas en cruz por el medio, como en centro, allí hagan ángulos rectos que dividan el sobredicho (paralelogramo) en otros cuatro paralelogramos iguales. La línea que a la altura divide en dos partes o paralelogramos total representa la equinoccial, y la otra, que ortogonalmente se cruza con ella, el meridiano que, para diferencia (de los otros), llamaremos principal; este meridiano se dividirá para una y otra parte, comenzando de la equinoccial, en 90 partes iguales, que son los grados de cada cuarta, poniéndoles sus números de 5 en 5 (en otro manuscrito admite otras graduaciones: o de 10° en 10°, o de grado en grado); luego a la distancia de 23 grados, 31 minutos, 30 segundos, que es la declinación máxima que al Sol hallamos en nuestro tiempo, se lanzaran de una y otra parte de la equinoccial dos líneas rojas, del color de la equinoccial, puesto que más delgadas, paralelas a la equinoccial; estas representarán los dos trópicos de (Cáncer) y de (Capricornio), la que queda para la parte de arriba de (Cáncer) y la otra de (Capricornio), poniendo a cada una su letra que esto declare.
>
> Así más, tomando la misma distancia de 23 grados, 31 minutos y 1/2 de los polos, que entendemos ser el remate del meridiano principal o de cualquier otro, se lanzarán otras dos líneas rojas paralelas a las de los trópicos; a la que quede vecina del polo septentrional le pondrá una letra que diga círculo ártico, porque a este representa, como la otra que queda hacia el polo austral o círculo llamado antártico, lo que también se pondrá por letra.
>
> Esto hecho, descríbase del punto donde cruzamos a equinoccial con el meridiano, un círculo a la mayor distancia que el paralelogramo sufrir, dejando solamente un pequeño intervalo donde se puedan delante pintar unas rosetas de los vientos; y dividiendo la periferia de tal círculo en 32 partes iguales, se sacaran del centro líneas derechas por todos los puntos de la división, las cuales se rematarán en el lado (del) paralelogramo; lo mismo se hará de cada uno de los 32 puntos de la división, haciendo de ellos centro y sacando de cada una de las líneas que atraviesen por todos los otros. Y así se tendrá preparada una carta universal y arreglada, para en ella poderse lanzar todos los mares, costas y playas, ensenadas, cabos, islas, islotes, bajos, pe-

ñas con todo o más que en semejantes cartas se acostumbra a apuntar[101].

Transcribimos el texto del autor, porque es breve y muy claro. Pero debe añadirse que, a continuación de esta descripción, el padre Francisco da Costa indica otro modo de hacerse el diseño de la misma carta, descomponiendo el paralelogramo inicial en dos partes iguales a partir del meridiano principal e inscribiendo rosas de los vientos en el punto medio de cada una de esas mitades.

Hasta aquí, el diseño podía servir para una carta tradicional; la novedad está, de sobra, no en la inserción del equinoccio, de los trópicos y de los círculos árticos, sino en la particularidad de tener en atención la latitud, como se lee en el capítulo inmediato, el V, del que transcribo:

> Para en las cartas hidrográficas representarse el mar y dar muestra de la tierra que con él confina, en cuanto a lo marítimo, se presuponen dos cosas, cuyo conocimiento es totalmente necesario: la primera que se sepa mucho en particular las alturas (esto es: latitudes) de todos los puertos, cabos ensenadas, entradas de los ríos, bajos, etc.; (...) la segunda cosa que ha de saber el hidrógrafo son las derrotas por las que se corren las costas, puertos, etc., tanto entre sí como en respecto de la misma costa, que estos caminos por donde el mar se navega, y de aquí llamaron derroteros a los libros en que los escriben sus navegaciones y viajes.

Ni aquí ni en el pasaje antes transcrito se dice que las líneas de rumbo son las geográficas; pero eso está implícito en la descripción, ya que la línea inicialmente trazada es un meridiano. Es lo que se ve un poco más adelante:

> Digo pues, que para hacer la sobredicha descripción, se elegirá el lugar al respecto del cual se sitúen todos los otros según sus derrotas y alturas; este, pongo, por ejemplo que sea Lisboa, y porque su altura es 38 grados y $^2/_3$, un poco más o menos, se pone la punta de un compás en los mencionados grados que están señalados con sus números en el meridiano principal; (...) y extendiendo la otra punta (del compás) al paralelo más cerca, se llevará el compás por él hasta llegar al lugar donde parezca que quedará más acomodado con la descripción

[101] Op. cit. en la nota anterior, pp. 107-109.

de los demás puertos y costas que se han de describir, y ahí se pondrá una señal con la punta del compás que se puso en 38 grados y $^{2}/_{3}$, y este representará el puerto de Lisboa (...).

La última frase exige una aclaración: si la abertura del compás fuera la de la latitud de Lisboa, su primera punta debía recorrer el Ecuador y la otra buscar la posición conveniente en la mitad de la carta en que ya estaba diseñado el Trópico de Cáncer; caso de que la primera punta describiera un paralelo (hipótesis que me parece dejar de lado, porque no fue indicada la necesidad de trazarlos, aunque adelante se ve que sea digna de consideración), el compás debía ser abierto en la escala de latitudes por la diferencia de las coordenadas en Lisboa y en ellos recorriendo la punta hacia el norte o para el sur del paralelo de Lisboa, según la posición del punto a marcar en la carta. Representando el puerto de Lisboa, entonces:

> (a él) se tendrá respecto de la situación de los otros lugares en cuanto a las derrotas, porque habiendo de lanzar el cabo de San Vicente, que está en 36 grados y cerca de $^{2}/_{3}$, o el de Finisterre, que está en 43 grados y $^{1}/_{3}$ se notará la derrota de Lisboa para los mencionados cabos; y porque la priemra es de norte-sur, y la del segundo de nornoroeste-sursudoeste, se tomará a los compases, de los cuales se pondrá uno con una punta en los grados, por el cual, sin apartarlos ni acercarlos, se llevará directamente hasta encontrarse con la punta del otro compás que se puso en Lisboa, llevándolo por el rumbo norte-sur más vecino para situarse el cabo de San Vicente, o por el nornoroeste sursudeste para el de Finisterre; y en el lugar donde se cruzaran las dichas puntas, allí se situarán los sobredichos cabos, y por este modo todos los lugares marítimos, puertos, islas, bajos, etc.

Hay que notar que en la marcación de cualquier lugar no es, en rigor, aconsejado que se sigan las operaciones requeridas para fijar un punto de escuadra; se usa la latitud y el rumbo, no la latitud y la distancia, como se dice atrás que era exigido en ese nuevo modo de marcar el punto en náutica.

Vuelvo a decir que ignoro la fecha exacta en que este modo de proceder aconsejado por el padre Francisco da Costa se puso en práctica. Entre tanto, la carta loxodrómica que vimos fue tratada por Pedro Nunes y después por Gerard Kremmer (Mercato) —como más tarde, y

después de escrito este libro del padre Francisco da Costa, por Wright y Stevin —no conseguiría imponerse en la náutica inmediatamente, ni incluso entre los navegantes compatriotas de Mercator. En el año 1597 salió un folleto en flamenco que proponía como solución alternativa para la cartografía náutica el uso de un semiglobo, que en Portugal se designó por «carta globosa»; el folleto, escrito por Adriaen Veen, titulado *Tratact van Zec-bouck honden op de Ronde gebutte Pas-Kaart (...)*, tuvo traducción portuguesa, debida tal vez al padre Francisco da Costa; por lo menos está reproducida en el final del manuscrito con su obra existente en el National Maritime Museum, y arriba citado[102].

Los derroteros

A pesar de que la derroterística portuguesa nunca ha sido estudiada en su conjunto, considero que es de las más valiosas contribuciones de las navegaciones del siglo XV y XVI para la historia general de la marinería. No por ser innovadora (sigue, como sabemos, la línea de los portulanos mediterráneos, como estos seguirán el ejemplo de los periplos de la Antigüedad) sino por la elevadísima extensión de líneas costeras que describen, y por los enriquecimientos que les van siendo introducidos. Con el curso del tiempo, muchos fueron originales, como los de la costa brasileña, pero otros pueden tener aparecido por sugestión de textos usuales en otras marinas, todas orientales. Están en este caso las vistas perspectivas de las tierras, que aparecen por primera vez en las notas de Francisco Rodrigues, tomas antes de 1513 y posiblemente influenciadas por prácticas malayas; es cierto que anteriormente el llamado *Esmeraldo de situ orbis*, de Duarte Pacheco Pereira, escrito entre 1505 y 1508, estaría ilustrado con mapas; pues en las copias del ochocientos que hasta nosostros llegaron (hablo apenas de una, porque el otro manuscrito con la obra que se conoce es su transcripción) está indicado que en varios lugares debía haber un mapa (la indicación es

[102] Se ocuparon de la traducción portuguesa y del «tratado»: E. Crone, *Une traduction Inédite d'un traité d'Audriaen Veen, Cartographe hollandais,* Coimbra, 1966 y C. Koeman, «The application of a pair of divider with three legs, as explained by the Dutch Anathematica practitioner Adriaen Veen in 1597», in *Anais Hidrográficos,* tomo XXXIII (suplemento), pp. 303-312, s. l., 1976.

siempre la misma: «aquí mapa»). Añádase de una vez la referencia a estas vistas perspectivas considerando que después las usaron João de Lisboa, don João de Castro y otros, pero que la contribución de Castro fue ciertamente más significativa para el progreso de la marinería a través de sus esbozos hidrográficos.

No sobrevivieron derroteros portugueses de la primera mitad del siglo XV a pesar de haber existido con seguridad; y de la segunda mitad del siglo se salvó tan sólo uno, que fue resumido por Valentim Fernandes, con otros textos esenciales para el conocimiento de las navegaciones mencionadas de descubrimientos de aquel siglo, y que hoy se conserva en la Biblioteca del Estado de Munich (antigua Biblioteca Regia Monancensis), donde es designado como *Manuscrito* de Valentim Fernandes. Se pensó que el códice había sido organizado para el humanista y coleccionador de libros Konrad Reutinger, pero el profesor Artur Anselmo averiguó recientemente que no fue así: el códice estuvo en posesión de aquel erudito, pero parece que sólo después de la muerte de su organizador, probablemente vendido por la familia del célebre impresor que fijara su residencia en Lisboa para aquí trabajar y morir, habiendo cambiado su nombre por otro portugués[103].

El derrotero, una de las piezas reunidas, es en general designado por las cinco primeras palabras de su extenso título: *Este Livro é de Rotear*. En el título completo se junta a esta designación un añadido descriptivo:

> a saber, de todo Portugal y de Galicia hata Sorlinga y Cexante, y de las islas de la Madeira y de las Azores, y de la Guinea; y comienza a hablar de como esta la Berlenga con el cabo de Finisterre.

Comienza en verdad por una nota desgarrada sobre la unión de la Berlenga con aquel cabo, indicando la distancia entre los dos lugares (75 leguas), el rumbo norte-sur, que entre sí definían, distinguiendo que de la isla para la Berlenga el piloto debía hacerse con la tierra, ha-

[103] Fue editado: *o Manuscrito de Valentim Fernades*, lectura de A. Baião, Lisboa 1940. La edición está de hace mucho agotada, pero la Academia Portuguesa de Historia, que con el benemérito apoyo de Joaquim Bensaúde, preparó esa edición, está ahora empeñada en reeditarlo, debidamente revisado.

ciéndose al mar si navegase en sentido contrario. Después de eso se inicia el verdadero derrotero, del que transcribo los dos párrafos iniciales:

> Sabe que Finisterre con Mugia yace este-sureste y oeste-noroeste, y del cabo de Finisterre a Mugia hay cuatro leguas.
> Sabe que el cabo de Finisterre con Acazarga yace nordeste y sudeste y hay en la ruta diez leguas; y de la banda del nordeste de esta línea a dos leguas está una baja, y yace con la línea este y oeste, y toma la cuarta de nordeste y sudoeste.

Si comparamos los dos párrafos antecedentes (o todo el texto) con los portulanos publicados y estudiados por Konrad Kretsmer[104] se comprueba que es del mismo tipo cualquiera de los elementos en ellos proporcionados y que el lenguaje está, como en ellos, reducido a lo esencial. El derrotero copiado por Valentim Fernandes, que en algún lugar Magalhães Gondinho fechó de *ca.* 1485, fue escrito en obediencia al modelo de los portulanos; y en ese nivel se mantuvieron por mucho tiempo los innumerables derroteros portugueses posteriores, que existen en innumerables colecciones esparcidas por variadísimas bibliotecas (ya hace tres años fue encontrado un códice en la Biblioteca del Museo Nacional de Praga, con la mayoría de sus 800 páginas consagradas a la transcripción de derroteros portugueses), bien como en todos los libros de marinería hasta hoy conocidos hay un gran número redactados en el siglo XVI, pero se continuó el buen hábito de su redacción en el siglo XVII.

Fontoura da Costa, al final de su célebre libro *Marinharia dos Descobrimientos*, dio noticia de todos aquellos de que tuvo conocimiento, al igual que los que se encontraban entonces perdidos; algunos, pocos, reecontrados después, como ocurre con el citado en *II M* (p. 442) de João Baptista Lavanha); otros se consideran definitivamente extraviados, siendo en algunos casos considerada grave la pérdida, con excepción de los que se salvaron en traducciones. Está en estas condiciones el famoso *Roteiro da Carreira da India*, que el piloto Diogo Alfonso redactó a la vuelta de 1536; la pérdida no es irremediable, porque existe una traducción de Linschoten en flamenco (1596), con versiones en in-

[104] *Die italienischen Portulane des Mittelalters,* 1909[1].

glés (1598) y en francés (1610)[105]; según información de Fontoura da Costa, este derrotero, del que existen transcripciones incompletas en las dos copias del *Livro de Marinharia* de Manuel Alvares, piloto de don João de Catro; una en la Biblioteca Nacional de París y otra en el National Maritime Museum de Londres (estaba en posesión de Charles Boxer cuando Fontoura da Costa escribió su nota)[106]. Según el último historiador citado, la importancia de este derrotero reside en el hecho de ser el más antiguo texto del género en que se describe el viaje de regreso de la India.

Escribí que en muchos libros de marinería se juntaron valiosos derroteros. Algunos continúan inéditos; es el caso del referido códice de Praga, en vías de publicación, y de los textos contenidos en el Códice Cortés 30-2165 de la Biblioteca de la Real Academia de la Historia de Madrid, del que hace años me ocupé brevemente en una comunicación a la Academia a la que pertenece. Los textos derroterísticos del *Libro* de João de Lisboa, acompañados a veces de diseños de vistas de accidentes costeros, son los mejor conocidos, en concreto por haber sido publicados hace más tiempo; los del *Libro* de Gaspar Moreira[107], por el contrario, fueron hasta hace unos veinte años prácticamente ignorados; se refieren todos a Oriente, y son los siguientes[108].

[105] Tuve acceso a un ejemplar de esta última versión, que salió con el título *Le Grand Routier*, Amsterdam, 1610.

[106] Publiqué el códice en 1969 bajo el título *O Livro de Marinharia de Manuel Alvares*, comparando entre sí las dos copias; (la de París perteneció a André Thevet); el «derrotero de la navegación de aquí (quiere decir de Lisboa) para la India» está en las páginas 63 a 74; y el «viaje de la India a Portugal», con las variantes de la «derrota por fuera de la isla de São Lourenço» y «yendo por entre las islas del Mascarenhas», de la página 76 a la página 83.

[107] Lo edité por estímulo de Léon Bourdon. Se esclarece, porque es oportuno, que la lectura del códice de la Biblioteca Nacional de París en que se encuentra transcrito, es penosa, principalmente en la parte final; propuse a mi amigo Léon Bourdon que procediéramos a la lectura separadamente, y confrontamos después nuestras dudas; el método dio un resultado que supongo positivo. El libro apareció bajo el título: *Le «Livro de Marinharia» de Gaspar Moreira,* introducción y notas por L. Bourdon y L. de Albuquerque, Lisoba, 1977. Queda saber que colaboramos en la lectura, que es mía la responsabilidad de la introducción (con algunos increíbles errores responsabilidad del revisor) y de las notas la parte náutica, y que son de Léon Bourdon las anotaciones a la parte roterística; este último esclarecimiento sería de cierto innecesario, porque en la anotación exhaustiva y erudita se conoce el dedo del maestro.

[108] Se indican las páginas del libro citado en la nota anterior en que se encuentra cada uno de los textos.

1. Derrotero de la Costa de la India y de las Conocidas de algunas tierras y entradas de la barras. (43-55).

2. Derrotero de Goa hacia el Cabo de Guardafui, hacia dentro del Estrecho de Meca y de ahí a Ormuz y de Ormuz a Diu. (57-65).

3. Derrotero para ir de la costa de la India a Ormuz. (66-67).

4. (Texto no derroterístico, pero de informaciones náuticas del mayor interés). Declaración de los vientos que soplan todo el año en la costa de Arabia; y como corren las aguas; y de las conocidas y aguadas que hay en dicha costa y en el Estrecho de Meca, y de Ormuz hasta Diu. (68-73).

5. Derrotero para las islas de Maldiva. (74-76).

6. Derrotero de Triquamale hasta Colombo, y alrededor de la isla de Ceilán (y anotó Léon Bourdon que está incompleto, formando parte de un derrotero más extenso traducido por Linschoten). (77-79).

7. Derrotero de Bengala o Puerto Pequeño (también aprovechado por Linschoten). (80-87).

8. Derrotero para el Puerto de Bengala en los dos monzones, 15 de abril y otro a primeros de agosto, por causa de la barra. (89-97).

9. Derrotero de Goa para Malaca (en dos versiones independientes, siendo la segunda batante más abreviada que la primera), (98-106).

10. Derrotero de Malaca para China. (107-118).

11. (Texto no derroterístico pero de informaciones náuticas del mayor interés). Corrientes de aguas en la costa de China con el monzón de los nortes. (119-120).

12. Derrotero de las islas de Cantón para Malaca. (121).

13. Derrotero de Mazón para el Japón. (122-133).

14. Derrotero de Meaxuma viniendo de Umbra hacia China. (134-138).

15. Derrotero de Chincheo hacia el Japón. (139-141).

16. (Texto no derroterístico, pero de interés náutico). Alturas de algunos puertos y ciudades del Japón y de algunas islas. (142-143).

17. Derrotero de Cochim hacia Malaca. (145-153).

18. Derrotero de Goa hacia Malaca, en el monzón de septiembre (incompleto) (154-155).

19. Derrotero de Malaca a Sunda, hacia China incompleto). (156-159).

20. Derrotero de Bengala hacia Malaca. (160-163).

21. Derrotero de Malaca para Siam. (164-169).

22. Viaje de Malaca hacia Borneo hacia Borneo y hacia Manila. (170-175).

23. Derrotero de Manila hacia Borneo. (176-181).

24. Derrotero de Borneo hacia Manila. (182-189).

25. De la Isla de Leme hacia otra costa. (190-198).

26. Derrotero de Pulo Sisir para Camboya. (201-202).

27. Camino para Siam, de Pulo Condor. (199-200).

28. De Pulo Cantón hacia China. (203).

29. De Champelo hacia China. (204-206).

30. Conocida de la Piedra de Mateus de Brito (no se trata, como es evidente, de un derrotero, sino de un dato de valor derroterístico). (207-208).

31. Conocimiento del Pulo Sisir (*idem*). (209).

32. Derrotero de Pulo Laor para Bintão y Linga por fuera de Banca. (210-212).

33. (Información náutica, y no derrotero). Como corren la aguas en la ensenada de Bengala. (213).

34. De Santo Tomé (de Meliapor) hacia el Puerto Pequeño de Bengala. (214-216).

35. Alturas de algunos puertos de los Mares de China (título intercalado por Léon Bourdon). (217-218).

36. Derrotero de Choromandel hacia el Puerto Grande de Bengala. (219-224).

37. De Santagão de la costa de Choromandel. (221-223).

38. Derrotero del Puerto Grande de Bengala hacia Malaca. (224-231).

Algunos de estos derroteros se encuentran reproducidos en otras colecciones que no constituyen libros de marinería sino simples recopilaciones de informaciones náuticas, como ocurre con el célebre Códice de la Casa de Cadaval, del que ya hablaré, y está constituido por una centena de piezas; otros, sin embargo en número pequeño, fueron traducidos (señalamos dos que Linschoten vertió en flamenco), o imitados (cuando se trata de escritos independientes, es difícil hacer la distinción entre copias adaptadas y textos de origen de diferente autor, referentes al mismo tema).

El *Códice Cadaval* que arriba cité es anónimo, pero ha sido designado por *Advertencias para la navegación de la India. Derroteros*; su con-

tenido fue por primera vez descrito por Martinho da Fonseca en 1915[109], texto que A. Fontoura da Costa declaradamente aprovechó, cuando lo reprodujo en *Marinharia dos Descobrimentos*; doy enseguida cuenta de los textos eminentemente derroterísticos que considero de mayor importancia, con la indicación de las hojas del códice en que se encuentran (lo que no hicieron Fonseca y Fontoura):

1. Derrotero de la India hacia Malaca en el monzón grande de abril. (69 rt.°).
2. Derrotero de Goa o Cochim hacia Pegu en abril y septiembre, reformado por Gaspar Pereira Reis. (69 vt.°-70 rt.°).
3. Derrotero de la Punta de Negrais hasta la barra de Sirião. (70 rt.°-70 rt.°).
4. Derrotero de Malaca hasta Pulo Timón y China por el estrecho de Singapur. (71 vt.°).
5. Navegción que harás de la Piedra Blanca para Pulo Timón y para la China hecho por João Preto, con muchas anotaciones y declaraciones y señales que yo puse por ser el derrotero ya muy antiguo y la navegación ahora ser ya más clara al camino. (71 vt.°-73).
6. Derrotero de Macao para Malaca en el monzón de enero y febrero y en todo el tiempo. (78 vt.°-79 v.°).
7. Derrotero del puerto de Macao para Japón en el monzón de julio. (79 vt.°-80 vt.°).
8. Derrotero de las corrientes de aguas en el monzón de la China. (81 rt.°).
9. Derrotero de Pulo Timón para Manila o para Laor. (81 vt.°-82).
10. Derrotero de Manila para Macao y tiempos de brisas. (82).
11. Derrotero de Macassar para Maluco en enero por el Salajar y por la contra costa de Macassar. (82-83 vt.°).
12. Derrotero del Japón, puerto de Nagasaki (*sic*), hacia la China. (83 vt.°-84).
13. Derrotero de Pulo Cantón para el Japón. (84 vt.°-86).
14. Derrotero de Vicente Sintra de Goa para Mosse. (86 vt.°-87).
15. Derrotero de Mosse. Para Goa (87-87 vt.°).

[109] «Catálogo resumido de la preciosa colección de manuscritos de la Casa Cadaval», en *Boletim da Sociedade de Bibliophilos Barbosa Machado,* año III, Lisboa, 1915. En la lista qaue damos se corrigieron algunos pocos lapsus de lectura.

16. Derrotero de Cochim para el Puerto Pequeño de Bengala por fuera de la isla de Ceilán. (87 vt.°-88 vt.°).

17. Derrotero para quién quisiera ir para Ormuz por las islas de Malaca viniendo de Bengala o de donde fuera. (89 vt.°-90 rt.°).

18. Derrotero de Malaca para Bengala en el monzón de agosto. (92 vt.°-93 rt.°).

19. Derrotero de Goa hacia Ceilán para todo septiembre hasta el 10 de octubre, hecho por Gonçalo Alvares. (93).

20. Derrotero de Colombo hacia el cabo Comorin. (93 rt.°-93 vt.°).

21. Derrotero de China paa la Piedra Blanca. (96 rt.°-97 vt.°).

22. Derrotero de Pulo Timón hasta la Sunda. (96 vt.°-97 vt.°).

23. Derrotero de las corrientes de aguas en el monzón de China. (97 vt.°).

24. Derrotero de Malaca para el estrecho de Sabbão. (97 vt.°-100 rt.°).

25. Derrotero de Lussapura hacia Malaca. (99 vt.°-100 rt.°).

Derrotero de Monopim hacia Pulo Timón. (100-100 vt.°).

27. Derrotero de Macao hacia Manila en noviembre, en el monzón del Norte. (102 rt.°-102 vt.°).

28. Derrotero del estrecho nuevo. (102 vt.°-103 rt.°).

29. Derrotero de la China hacia Macassar y Solor por fuera de Banca. (103 rt.°-103 vt.°).

30. Derrotero de la Piedra Blanca hacia Borneo y Maluco. (104 rt.°-107 vt.°).

31. Derrotero de la India hacia el Puerto Pequeño de Bengala, por Duate Cabesseira. (107 vt.°-108 vt.°).

32. Derrotero de Nagasaki hacia Manila. (109 vt.°).

33. Derrotero de Pulo Laor hacia Macassar. (110 rt.°-110 vt.°).

34. Recordando el derrotero que hizo Francisco Pires de Caramata a Santa Bárbara. (110 vt.°).

35. Derrotero de Jacatara hacia el Macassar. (110 vt.°-111 rt.°).

36. Derrotero de Pulo Timón hasta Bintão, y de Bintão hasta Pan y de Pan hacia dentro de Banca, y de ahí hacia el estrecho de Sunda. (112 rt.°-113 rt.°).

37. Derrotero de Macao hacia Pulo Timón y de ahí para Sunda. (113 vt.°-114 rt.°).

38. Derrotero (moderno) de Bintão hacia Macassar. (114 rt.º-115 rt.º).

39. Derrotero de Sanchoão hacia Tonquim por dentro de Ainão. (112 rt.º-122 vt.º).

40. Derrotero de Macao hacia Tonquim. (122 vt.º-123 rt.º).

41. Derrotero de Pulo Sissir hasta Pulo Condor. (123 rt.º).

42. Derrotero de Pulo Condor hasta Pulo Laor. (123 rt.º).

43. Derrotero que hizo Francisco Pires, en la era del 647, viniendo de Tonquim por la barra de Roquebo (...) (123 rt.º-124 rt.º).

44. Derrotero que hizo Francisco Pires de Macao a demandar Pulo Tuijo (124 rt.º-125 rt.º).

45. Derrotero de río Cambaya hacia Caranguejo y de ahí hacia Macao, que hizo Francisco Pires en la era del 649. (125 rt.º-126 rt.º).

46. Derrotero de la isla de Rea hacia Solor. (129 vt.º).

47. Derrotero que hizo (el piloto Francisco Pires) en la era del 1562 (...) yendo para Timor de la banda de fuera. (130 rt.º-131 vt.º). El piloto servía en la nave *Nossa Senhora do Rosário*, lo que permitió atribuirle la autoría de algunos de los textos inmediatos del códice.

48. Derrotero que hizo partiendo de Macassar hacia Macao. (132 vt.º-137 rt.º).

49. Derrotero de Macao hacia Siam. (141 rt.º-141 vt.º).

50. Derrotero de Pulo Condor hacia Siam (114 vt.º).

51. Derrotero de Ormuz hacia la India. (145 vt.º).

Estos cincuenta textos son declaradamente derroteros, pero todos los otros tienen gran significado para el curso de las navegaciones de aquel área marítima, y son, por tanto, complementos cuando no simples apéndices que a veces se podían integrar en ellos[110].

El texto aquí indicado como el n.º 5, en que se declara haber sido su autor el piloto João Preto, y que trataba con su texto de mejorar un derrotero anterior, «ya muy antiguo», llama nuestra atención por el modo como se iba perfeccionando un derrotero a través de su uso y de sucesivas correcciones, hasta llegarse a un texto que merecía confianza. Cuando faltaban los textos espontáneos de los pilotos para una determinada área, o entre ellos se encontraban diferencias, entonces

[110] Una buena parte de estos derroteros fue aprovechada, traducida en francés y anotada P. Y. Manguin, *Les Portugais sur les Côtes du Viêt-Nam et du Champâ*, pp. 61-142 y 283-305 (originales portugueses), París, 1972.

era ordenado por sus superiores a un piloto de renombre ir a «derrotear» el área marítima sobre la cual había diferencias y dudas.

Puedo dar aquí un ejemplo del que en tiempos me ocupé más despacio[111]: se trata de la descripción del derrotero del viaje normal del cabo de Buena Esperanza hasta Mozambique, que terminó con la redacción de un texto considerado definitivo, escrito por Manuel Mesquita Perestrelo, uno de los grandes pilotos portugueses del último cuarto del siglo XVI.

Admítase que el reconocimiento de la costa del cabo de Buena Esperanza hasta la isla de Mozambique fue demorado, incluso porque parece haberse tenido poco interés en navegar a esa costa, salvo entre Sofala y aquella isla. Reservando el caso de Cide Barbudo y Pedro Quaresma, que partieron de Lisboa en septiembre de 1506 con la misión de «descubrir toda la tierra del cabo de Buena Esperanza hasta Sofala»[112], como consta en el «regimiento» proporcionado al primero para este viaje[113], hasta 1576 nunca existió —que yo sepa— ningún proyecto oficial para recorrer toda la extensa costa con el objetivo de elaborar su descripción náutica o de hacer pormenorizadamente su riguroso levantamento cartográfico.

No quiere decir esto que no se hubieran hecho reconocimientos de algunas áreas costeras restringidas; en este caso se encuentran, por ejemplo, las dos expediciones que Lourenço Marques hizo a la bahía que tuvo su nombre y sobre la cual se levante la hoy llamada ciudad de Maputo, antes de 1548; pero que la costa aún en 1535 era más conocida lo sabemos por don João de Castro, que llegó a recriminar a su piloto (Manuel Alvares) cuando en julio de aquel año, al navegar a lo largo de ella, no tomó las precauciones necesarias, y

> mayormente —escribió Castro— en estas (costas) que siguen del cabo de Buena Esperanza hasta al cabo de las Corrientes, la cual el día de hoy está tan remota del conocimiento y práctica de los pilotos que

[111] «Un derrotero primitivo del cabo de Buena Esperanza hasta Mozambique», en *Estudios de História*, vol. I, pp. 93-119, Coimbra, 1974.

[112] J. de Barros, *Asia*, década I, lib. IX, cap. VI, ed. Agência Geral do Ultramar, vol. I, p. 385, Lisboa, 1945.

[113] *Cartas de Alfonso de Albuquerque*, ed. Bulhão Pato, vol. II, p. 403, Lisboa, 1898.

> muy pocas cosas no nada saben, no digo ya de sus puertos, bahías y ensenadas, sino de alturas de los lugares y rutas de las costas[114].

A este hecho, habrá tal vez contribuido la circunstancia de que en la «carrera de la India» el caso en el que se hiciera la ruta por dentro, los navíos pronto se apartaban de la costa; en efecto, los pilotos, para perder latitud en el canal de Mozambique, hacían, al entrar en el océano Índico un tanto más al norte, una bordada para en noroeste —pasando a la vista de la punta suroeste de la isla de San Lorenzo, por la ruta que dejaban para el norte los bajos llamados de Judia y de la India—, de allí navegar rumbo a la isla de Mozambique, por rumbos de norte y nornordeste.

Sólo cuando iban «mal navegados» las naves seguían en parte la línea costera del continente, como se lee, por ejemplo, en el Capítulo IX del *Arte de Navegar* del padre Francisco da Costa, varias veces antes citado. En esos casos no dejaban de anotar la orientación de la orla marítima, la existencia de cabos, bahías y bajos, las conocidas del mar y de la tierra, la localización de abrigos eventualmente necesarios, el color del agua, la vista de determinados animales, etc. Lo mismo hacían con seguridad aquellos que, por determinación de sus «regimientos», iban a tomar Sofala, donde se instalaron los portugueses desde 1506 (después de la episódica reacción de la población indígena), en la fortaleza construida por Pedro de Anaia.

Aún es de presumir que, en cualquier ade los dos casos, las informaciones recogidas fueron por demás incompletas y dexconexas y, para ellas se redactó un derrotero padrón. Y así se explica que el rey don Sebastião, en el año 1576, encargase a Manuel Mesquita Perestrelo «derrotear», de modo preciso y completo, toda la faja costera del Índico desde el cabo de Buena Esperanza hasta el de las Corrientes (exactamente los límites referidos en la anotación de don João de Castro), considerada también aún en esa época mal conocida[115].

A pesar de todo, se conocen tres sumarias descripciones náuticas de la navegación del cabo de Buena Esperanza hasta Mozambique que,

[114] *Obras completas de D. João de Castro*, ed. A. Cortesão y L. de Albuquerque, vol. I, p. 213, Coimbra, 1968.

[115] M. Mesquita Perestrelo, *Roteiro da África do Sul e Sueste, desde o Cabo da Boa Esperança ao das Correntes*, ed. Fontoura da Costa, Lisboa, 1939.

en cierto modo, muestran, según pienso, cómo poco a poco se iba juntando el material para llegarse a un derrotero satisfactorio[116]. Los tres textos son los siguientes: a) el incluido en el *Libro de Marina* de Manuel Alvares, de mediados del siglo XVI, que se limita a la indicación de rumbo a adoptar de un lugar a otro lugar referenciado[117]; además el título del capítulo («Título das sondas e rotas do Cabo da Boa Esperança até Calecut») esclarece luego que no estaba en los propósitos de su autor redactar un verdadero derrotero; el texto incluye además una descripción náutica, algo confusa, desde las islas Primeras y de Angoche hasta Mozambique; b) una descripción de los lugares de aquella costa que se encuentra transcrita en el *Libro de Marinería* de João de Lisboa, escrito también a mediados del siglo XVI[118]; el texto apunta con bastante detalle las conocidas de esos lugares, pero es omiso en cuanto a otras indicaciones de interés derroterístico, concretamente sondas, distancias y rumbos entre los lugares referidos, etc; c) las instrucciones náuticas que pueden ser leídas en el *Libro de Marinería* de Bernardo Fernandes[119], de origen sin duda diferente de los dos textos anteriores, como inmediatamente se concluye de la diversidad de los registros de topónimos.

De los tres escritos apuntados es el último el que más se aproxima a la estructura de un derrotero tradicional, aunque no sea designado por este nombre.

Aparece completado, y ahora con la forma de derrotero, en el ya referido códice de la Colección Cortés, cota 20-2165, de la Biblioteca Real de la Historia de Madrid, al que tuve acceso por gentileza del almirante Teixeria da Mota; lo publiqué en 1969 bajo el título *Um roteiro primitivo do Cabo da Bos Esperança até Moçambique*[120], que aún hoy me parece ajustado; y eso a despecho de haber sido transcrito a partir de

[116] Sobre este problema ver A. Teixeira da Mota, *Evolução dos Roteiros Portugueses durante o Século XVI*, Lisboa, 1970.

[117] L. de Albuquerque, *O Livro de Marinharia de Manuel Alvares*, pp. 89-92, Lisboa, 1969.

[118] *Ed. cit.*, pp. 145-175.

[119] Ed. Fontoura da Costa, pp. 66-75, Lisboa, 1940.

[120] En la *Revista das Ciências do Homem* de la Universidad de Lourenço Marques, serie A, vol. II (1969), pp. 91-121.

una recopilación que debe datar de 1573[121], ciertamente por el hecho de que el recopilador no conocía mejor escrito en su género para el área considerada. Y eso explica que don Sebastião hubiera mandado a Mesquita Perestrelo «derrotear» el trozo más navegado (y mal conocido) de esa ruta.

***

Si, con raras excepciones (el caso de Diogo Afonso será el más significativo), los derroteros de siglo XVI eran anónimos, y eran obras de sucesivas generaciones de pilotos que iban perfeccionando un primitivo texto ciertamente muchas veces repleto de fallos y errores, en los últimos años del siglo XVI y en el siglo inmediato aparecen pilotos con obras derroterísticas que alcanzan rápidamente gran notoriedad. Están en este apartado, además de Manuel de Mesquita Perestrelo, antes referido, los pilotos Vicente Rodrigues, Manuel Gaspar, Aleixo da Mota, Manuel Monteiro y Gaspar Ferrerira Reimão, por citar sólo los que considero de mayor renombre.

Ya también fue en el inicio del siglo XVII cuando la recopilación de todos los textos de derroteros, con interés para las carreras marítimas o recorridas por los navíos portugueses, pasó a la responsabilidad del cosmógrafo mayor del reino; desconozco si hubo decisión real a tal respecto, pero lo cierto es que en 1608, el cosmógrafo Manuel de Figueiredo publicó en Lisboa el libro titulado *Hydrographia. Examen de pilotos,* que incluía innumerables derroteros, concretamente los de Vicente Rodrigues y, como se dice en el título, de «otros pilotos modernos»; nunca via el único ejemplar conocido de esta edición (que pertenece a Charles Boxer), y se deshizo de él, pero la parte derroterística del texto, de creer a Fontoura da Costa, fue reproducida en la segunda edición, aparecida en el mismo año, y salida de la misma imprenta (la de Vicente Álvarez); existen reediciones de 1614, 1625 y 1632, que nunca fueron confrontadas. El ejemplo fue seguido por António de Mariz

[121] Una nota cualquiera del manuscrito dice que quien la redactó (tal vez el poseedor del códice) llegara al Oriente en 1547, a bordo de la nave *S. Boaventura*, capitaneada por Francisco de Gouveia (confirmado por Figueiredo Falcão, *Livro em que se contém toda a fazenda...*, p. 161, Lisboa, 1859) y termina con una alusión a don Leoniz Pereira como capitán de Malaca, en 1573 (confirmado por Diogo do Couto *Asia*, década IX, cap. XVI, tomo 19, pp. 111 y ss., Lisboa, 1778).

Carneiro (que prácticamente se limitó a copiar el texto de Manuel de Figueiredo), habiendo acabado en la forma perfeccionada que encontramos en el *Arte de Navegar* de Manuel Pimentel, edición de 1712. Los derroteros son aquí presentados en conjunto, con cuidada revisión; a este respecto la obra constituye el embrión de las instrucciones náuticas que más tarde aparecerán para servicio de las principales Marinas del mundo.

Reglas náuticas

En este libro nunca procuré apartarme de las reglas que adoptaron para la construcción de una técnica de navegar actualizada, o sea, con respuestas, lo más adecuadas que era posible encontrar, a las soluciones de los problemas que las grandes carreras marítimas colocaban en el camino de los pilotos. Por eso no me alargué en consideraciones sobre la curva loxodrómica, ni a la solución de Pedro Nunes encontró para su trazado (primer paso, sin embargo, no enteramente asumido, en la construcción de una cartografía náutica), y ni siquiera aludía a los descubrimientos que hizo sobre el magnetismo terrestre don João de Castro (el «desvío de la aguja», por ejemplo, que anotó en sus cuadernos de registro en agosto de 1538, y que es habitualmente atribuida a un sabio francés, que la habrá hecho casi ciento veinte años después). Tampoco me referí a la proyección que esa náutica tuvo en Europa, pues conozco en varias lenguas manuscritos o impresos que se aproximan o reflejan un conocimiento de las guías náuticas portuguesas del inicio del siglo XVI.

Todavía no debía dar por concluida esta exposición sin referirme a las reglas náuticas, en su mayor parte mal definidas, y también de dudoso éxito, que los navegantes adoptaron o experimentaron en la solución de dificultades que les deparaban, y que aparecen a veces registradas, como sería de esperar, en *Libros de Marinería*. Aludiré enseguida a algunos casos que vienen transcritos en los de João de Lisboa y de Gaspar Moreira. Y como ser verá claramente a través de la segunda recopilación fueron reglas de aceptación parcial, y hasta contestadas por algunos que tenían larga experiencia del mar; en ese manuscrito, que estuvo por cierto en posesión de don António de Ataíde en la primera mitad del siglo XVII, hay notas de su puño y letra, como pienso que ha

quedado probado en la edición del texto, en que se muestra extremadamente crítico en relación a la mayoría de ellas.

A continuación enumero las reglas que se encuentran copiadas en el manuscrito atribuido a João de Lisboa.

a) «En algunos ejemplos que hablan a cerca de la altura» —texto que, en verdad, tiene poco que ver con la altura astronómica tomada a la Polar. Se refiere esencialmente al abatimiento de una nave, «no habiendo oleadas» (quiere decir, corrientes), cuando se navegaba en navío latino o en navío redondo, y llevando la proa en oeste-noroeste; en el primer caso daría de abatimiento al navío una cuarta y en el segundo dos cuartas; pero todo esto es perfectamente arbitrario, porque el autor añade: «y aquí verás por tu cabeza si abate más o menos, y de eso ten buen aviso, y no errarás». Lo más lógico, no obstante, sería errar frecuentemente, pero ese principio es aceptable: «Y te avisa que cuando tomaras tanta altura un día como el otro, yendo en este-oeste (...); eso se entiende de medio día a medio día, que es una singladura perfecta»; pero, en todo caso, se deja la apreciación de la distancia recorrida al arbitrio del piloto, y no había otro medio de saberla; «entonces le darás el camino que andó la nave de tu fantasía». Sigue un ejemplo que nada adelanta.

b) «Para saber a cuanto estás de una tierra que vieras a proa». la explicación es bastante confusa, pero parece que se trataba de definir en la carta, con dos compases, la posición del navío en relación a la tierra avistada, por medio que no queda suficientemente esclarecido. Los dos ejemplos que ilustran la regla nada tiene que ver con ella, pero sí con el cálculo del camino navegado en dos singladuras.

c) «Allando vos donde hubiera flujo y reflujo de aguas haréis vuestra cuenta de manera siguiente». El autor admite que el piloto, a quien se dirige, partió de un puerto, sin saber con seguiridad si había «oleadas»; debía entonces ahcer el camino «por vuestra aguja, y sabréis el camino que hacéis, y esto no para cartear por él, solamente» para hacer después la «operación» indicada. Esta operación se resumía, al final, a marcar el punto de escuadra en la carta, sin atender, por tanto, al rumbo seguido; la comparación de este punto con el de fantasía indicaría si había tenido o no abatimiento.

El principio está teóricamente acertado; apenas se debe notar que, al tiempo, el punto de escuadra también no se aceptaba en todos los

casos como rigurosa, y que hasta podía ser corregido por el punto de fantasía.

d) Sin título, se sigue un consejo sobre la manera de «mejor cartear por la altura», atendiendo que «las más de las cartas son falsas por respecto de los pergaminos no se colocaron bien al arreglarlos, y haber en ellos muchos intervalos y otras cosas».

El editor de este libro anotó que le parecía «haber en este párrafo falta de palabras que cambiaran el sentido confuso», con lo que enteramente concuerdo; el texto restante tiene a la vista la presentación del cálculo de latitudes para la observación del Sol.

e) «Regla para que supieras buscar una isla». La regla a seguir es después presetnada a través de un ejemplo: «(...) y digo que está en 13 grados la isla que quiero buscar y yo estoy en 14 grados cuando quiero buscarla, demorándome esta isla, donde yo parto, al nordeste y la cuarta del este, y voy con este viento a la popa entre ambos puños; y cuando viene el otro día, al medio día, tomé mi altura en 12 grados, y no hallo la isla ni di en ella, viniendo en el mencionado rumbo; donde muestra claaramente que mi nave no hizo el mencionado camino de nordeste y la cuarta del este[122], porque si lo hiciera no errara la isla; donde muestra que el movimiento de las olas o las corrientes no me dejaron hacer el mencionado camino (...). Ahora, pues, ¿que remedio para saber por donde erré esta isla? Digo que tomes tu compás y ponlo en el punto donde partiste, y pon una punta donde partiste y otra donde tú estás, y ve las leguas que hay entre ambos puños, y hallaréis que son 61 hasta 62 leguas[123], poco más o menos, la cual singladura bien se pude andar con buen viento a popa, como tengo dicho; y porque donde partí la isla que así fui a buscar puede haber 30 leguas, poco más, donde es más conformación que la nave no me hizo el camino al nordeste y la cuarta del este, porque si lo hiciera, diera en la isla (...). Y quiero saber por cual parte la erré, que de la errar ha tengo visto; entonces, dice así: veamos se me hizo esta nave el camino de mi partida, a saber, estenordeste, y corre por el dicho rumbo a la altura de 12 grados que ha-

[122] Es evidente que podía haber fallado la isla sin errar el camino, pero por estar mal situada en la carta.

[123] El «regimiento de las leguas», efectivamente, y para el módulo de 17 $^1/_2$ leguas, el valor de 31 $^1/_4$ leguas por grados en cinco cuartas.

llaste[124], y hallaréis poco más o menos 87 $^1/_2$ leguas, lo que no puede ser singlar tanto camino, porque tu trajiste siempre el viento igual sin ni una tempestad, ni tormenta, solamente viento favorable, como dicho es, la popa; ahora vamos al rumbo del nordeste, si me hace la nave este camino; pon otrosí tu compás en el punto donde partiste, y ve por la altura de 12 grados, donde hallarás poco más o menos 47 leguas, donde muestra más razón la nave te hará este camino; y entonces te mostrará la dicha isla al nordeste, como tengo probado, y habrá de ti a la isla 20 hasta 23 leguas».

La práctica está claramente expuesta: pero es evidente que hay en ella procedimientos poco rigurosos. Era la solución posible.

En el texto existe un tratado sin título que se ocupa de varias dificultades eventualmente surgidas en la práctica marinera, como, por ejemplo, indicaciones en cuanto el modo de cartearse por estimación por si no se puede tomar la altura del Sol, en virtud andar nublado el cielo.

Los errores y las arbitrariedades de estas reglas son más que claras; y se repiten, de sobra, en otros consejos de marinería dado en *Libro* atribuido a Gaspar Moreira, y casi siempre, como dice, despreciativamente comentados por don António de Ataíde; pero lo interesante de los comentarios de este hombre, que poseía larga práctica de navegar, parecen algunas veces más dirigidos al modo como los textos se encuentran redactados que a su validez.

f) «Regla para cartear de estimación muy cierta y aprovechsoa», que, de hecho, repite con un ejemplo, la navegación a través de la marcación del punto estimado; el texto no es muy claro, pero se concreta con una navegación avalada en 25 leguas y por el rumbo del nordeste; pero al hablar de este, se dice que «fui al nordeste o a cualquier otro de los rumbos de la aguja». Quiere decir esto que el ejemplo no está verdaderamente concretizado; sin embargo, la exposición no ofrece dudas. Don António de Ataíde comentó al margen: «Mal fundada práctica; bien entiendo lo que él quiere decir»; y la práctica sería, en verdad, mal fundada para quien prefiriese siempre recurrir al punto de escuadría; lo que no era en general aconsejable en todos los casos.

[124] En la lectura de Brito Rebelo está «andaste», pero creo que la enmienda es evidente.

g) La «regla para cartear por la altura del Sol», también está dada por un ejemplo concreto, en que el punto se encuentra por el rumbo y por la latitud. Comentario de don António de Ataíde: «No supo el autor armar bien esta práctica; bien entiendo lo que él quiere decir». Y, en verdad, si quería referirse al punto de escuadría, el autor debía basarse en la distancia navegada, y en la latitud, como en lugar oportuno quedó dicho en este libro.

h) «Regla para cartear por la línea directamente, que es la verdadera». He ahí el inicio del texto. «Digo que partiendo de Goa o de cualquier otro punto que sea, miro que el viento que llevaba en la vela, y siendo él todo uno y claro, sin amainar toda la noche hasta el otro día, donde iba, que vine de tomar el Sol y hacerle la cuenta, y hallé que andaba un grado más o menos; y yo mandé gobernar al sur y a cualquiera de los rumbos, por donde hallé que la nave me andó más que 17 leguas y media por el viento que llevaba hubiera de andar 25 leguas; por donde no hacie el camino de busqué el sur o del rumbo que goberné, me hizo el camino del sudoeste, o me hurtaron el camino de la noche, y hubo algunas corrientes de agua que si no era sabedor, o me nordesteó o noroesteó la aguja más de lo que tenía sabido (?)».

La situación es semejante a la encontrada en el párrafo y), pero presentada de un modo diferente. Como se ve, el autor estaba de hecho completamente desorientado en cuanto al modo de resolver las dificultades en este caso.

i) «Regla para cobrar el punto perdido, muy cierta y necesaria para saber». La regla se refiere al caso en que, en la posibilidad de observar el Sol en varios día sucesivos, el piloto se ve forzado a marcar sólo puntos estimados; cuando volviera a determinar la latitud, y verificara que se situaba en el paralelo que pensaba haber alcanzado, entonces su punto marcado en la carta debía considerarse correcto; pero enseguida el texto explica cómo, en el caso contrario, podía ser corregida la posición estimada: se calculaba la diferencia en leguas correspondientes a las dos latitudes (la observada y la estimada), y se sumaba este valor a la ruta descrita por el navío, o se sustraía de ella, partiendo del punto estimado. Este modo de corregir era perfectamente arbitrario.

Don António de Ataíde, que comienza por decir respecto de la regla en general que se trataba de «puntos menos ciertos y embarazosos», cuando comenta el contenido de la regla escribe: «Esta enmienda para ser precisamente cierta y verdadera se ha de hacer por la enmienda de

norte-sur (y) este-oeste, como el libro de Cosmografía de Zamorano»; y claramente se veía en este punto perdido[125].

j) En el texto titulado «Regla de marinería necesaria y provechosa», que mereció de Ataíde la nota de que se componía de «avisos ridículos», tenía un contenido bien conocido de los pilotos; en verdad, ellos nos olvidaban que, para hacer una buena navegación, era indispensable tener en cuenta las llamadas «conocidas» (color del agua, peces y aves avistados, configuración de la costa, etc.), así como las corrientes y la declinación de la aguja, que también era entonces considerada una conocida, como dije antes.

k) La regla para navegar cuando un piloto se econtrara en el mar sin aguja, aunque dispusiera de un instrumento de alturas para medir latitudes. La exposición visa la determinación del rumbo navegado, a partir de las latitudes, del punto de partida y del punto de llegada, y la distancia en leguas entre esos puntos. Es una solución teóricamente posible, con recurso al «regimiento de las leguas», pero que no convenció al comentador habitual, pues anota, en primer lugar, que se trataba de una indicación «...para acabarse de echar a perder», y después comenta: «para geometría (o sea: del punto de escuadría), quién fuera bien correcto con ella, fácilmente sabrá»; de hecho, y como se vio, la marcación de este punto se basaba apenas en el conocimiento de latitudes y de distancias estimadas, dispensando la aguja.

Considero estos ejemplos —y casi agoté los considerados en las dos recopilaciones referidas— suficientes para concluir que muchas reglas aconsejables para el uso en casos excepcionales eran en sí mismas tenidas por defectuosas y susceptibles de críticas, como don António de Ataíde, y a veces hasta con severidad, les hace en sus comentarios. No es sorprendente. Pregúntese a un marinero experimentado de nuestros días si es infalible la regla para maniobrar, aconsejada a fin de llegar al lugar en que, en plena navegación, un hombre cae al mar. Nunca, hasta hoy, uno sólo me declaró que su práctica era infalible.

Coimbra, septiembre-octubre de 1990.

[125] El comentador tiene en vistas el *Compendio del Arte de Navegar*, de R. Zamorano, Sevilla, 1592; más tarde, y después de la copia del manuscrito, el asunto sería tratado con más rigor por M. Pimentel, *Arte de Navegar*, ed. A. Cortesão *et alia*, pp. 156-158, Lisboa, 1969.

APÉNDICES

ÍNDICE ONOMÁSTICO

Acazaraga, 264
Adurno, Gabriel de, 18
Alfonso IV, rey de Portugal, 15, 18, 24, 25, 27, 28, 29, 30
Alfonso V, rey de Portugal, 251
Aquiar, Jorge de, 255
Albuquerque, Luis de, 199
Alfonso X, rey de Castilla, 32, 41, 122, 123, 124, 152
Alfonso, Diogo, 264, 274
Almeida, Francisco de, 108, 109, 227
Almeida, Lourenço de, 109, 228
Alvares, Gonçalo, 269
Alvares, Manuel, 79, 104, 169, 256, 265, 271, 273
Alvares Cabral, Pedro, 64, 65, 67, 75, 95, 115, 194, 198, 212, 213, 217
Álvarez, Vicente, 274
Alvear, André de, 83, 90
Amzalak, Mosés, 20
Anaia, Pedro de, 272
Anes, Pêro, 108, 109, 110, 228, 229, 230, 238
Anglés, R., 122, 147
Anselmo, Artur, 62, 263
Apriano, Pedro, 199, 207
Ataíde, António de, 275, 278, 279, 280
Azambuja, Diogo de, 141
Azarquiel, 148, 151
Azurara, 40, 44, 45, 56, 249, 251, 252, 254
Baião, Bartolomeu, 195
Barbosa, Antonio, 63, 68, 69, 142, 143, 146, 215
Barbudo, Cide, 271
Bardi (familia), 15, 18
Barlow, Roger, 169
Barradas de Carvalho, Joaquim, 131
Barros, João de, 47, 109, 139, 140, 142, 156, 157, 163, 194, 212, 214
Beaujouan, Guy, 63
Behaim, Martim (o Martinho da Boémia), 46, 51, 62, 63, 139, 140, 141, 156, 157, 197
Belleville, 198
Ben Assafar, 121
Ben Gersen, Leví, 197, 199, 200
Ben Verga, Judá, 153, 154, 163, 164, 166
Benincasa, 9, 243
Benito XII (papa), 24, 25
Benmincasas, Grazioso, 254
Bensaúde, Joaquim, 48, 153, 157, 164
Bianco, Andrea, 56, 243
Bocaccio, Giovanni, 28
Bourdon, Leon, 266, 267
Bourne, W., 208
Boxer, Charles, 265, 274
Breusing, 197
Ca da Mosto, Alvoisa, 100
Cabesseira, Duarte, 269
Cadamosto, Luis, 51, 57, 62
Cão, Diogo, 108, 109, 228
Cardano, 223
Cartagena, Alfonso de, 46

Carvalho da Costa, António, 209
Carvalho da Costa, Manuel, 92
Castanho, Simão, 96
Castro, Fernando de, 46
Castro, G. de, 226
Castro, João de, 75, 76, 95, 100, 128, 194, 199, 227, 230, 231, 233, 234, 236, 237, 238, 256, 257, 263, 265, 271, 272, 275
Cerda, Luis de la, 29
Clemente VI, papa, 30
Colón, Cristóbal, 50, 73, 139, 140, 141, 142, 223, 224, 227
Congrave, H., 216
Corbizi, Florentino, 28
Correia, Gaspar, 139, 144
Corte Real, Aníbal, 135
Cortesão, Armando, 34, 41, 42, 43, 48, 124, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 181, 225, 243, 252, 253, 255
Cortesão, Jaime, 109, 150, 151, 171, 228
Cortez, Martín, 130, 181, 204
Costa, Francisco da, 36, 96, 173, 178, 180, 186, 187, 195, 204, 209, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 272
Coutinho, Gago, 55
Couto, Gaspar Jorge de, 195, 210
Covilhã, Pero da, 12
Cresques, Abrahám, 28, 252
Cresques, Jafuda, 252
Cunha, Tristão da, 109
Chancer, Geoffrey, 121
Denia, Abulsat de, 121
Desvalers, 28
D'Hollander, Raymond, 258
Dias, Bartolomeu, 56, 76, 139, 140, 254
Dinis, rey de Portugal, 14, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 42, 124, 152, 249
Diogo, maestro, 139, 140, 141, 152, 228, 229, 230, 238
Drake, sir Francis, 15
Duarte, rey de Portugal, 38
Dumenille, 198
Errera, 225
Estancel, padre Valentín, 180, 195
Faleiro, Francisco, 61, 65, 130, 223, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 245
Faleiro, Rui, 39, 234
Faras, João, 95
Fernandes, Bernardo, 82, 84, 104, 106, 111, 112, 115, 130, 132, 169, 209, 273
Fernandes, Valentim, 52, 62, 71, 73, 76, 78, 169, 263, 264
Fernandes Tinoco, Pêro, 108, 109
Fernández de Enciso, 126, 171
Fernández de Navarrete, 41, 42, 48
Fernando, rey de Portugal, 18, 20
Ferrand, Gabriel, 216, 219
Ferrer, Jaime, 28, 29, 250
Ferrerira Reimão, Gaspar, 274
Ferrora, duque de, 254
Figueiredo, Manuel de, 83, 84, 87, 92, 94, 135, 199, 200, 203, 204, 205, 206, 207, 209, 237, 274, 275
Fonseca, Martinho da, 268
Fontoura da Costa, Abel, 97, 98, 130, 137, 138, 154, 158, 162, 163, 166, 171, 184, 186, 199, 200, 211, 223, 229, 246, 264, 265, 268, 274
Fournier, 199
Frísio, Gemma, 202, 203
Galilei, Galileo, 54
Gama, Vasco de, 24, 140, 171, 194, 211, 212, 213
García, José Manuel, 254
García, Pierre, 34, 35
García de Céspedes, Andrés, 88, 114, 130, 204, 256
García Franco, Salvador, 66, 84, 100, 101
Gaspar, Manuel, 274
Gernanus, Henricus Martellus, 254
Gernez, 225, 227
Gilbert, 238
Gioia, Flavio, 36
Godinho, Magalhães, 34
Gomes, Diogo, 42, 46, 47, 51, 56, 62, 63, 64, 76
Gomes, João, 198
Gonçalves Zarco, João, 46
Gral, Domenic, 28,
Guedes, Max Justo, 58
Guerreiro, José Ignacio, 135
Guillén, Felipe, 229, 234
Günther, S., 121, 197, 200

Hammer, 211
Hearth, Thomas, 48
Henrique, infante don, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 153, 249, 250, 251, 252, 253, 254
Homem, Diogo, 83
Homem, Lopo, 54, 257
Humboldt, Alexandre von, 156, 157
Ibn Assafar, 88, 89, 93, 119
Jesucristo, 160
João, maestro, 75, 89, 95, 98, 100, 101, 103, 107, 115, 194, 198, 212, 213, 219
João (preste), 12
João I, rey de Portugal, 20
João II, rey de Portugal, 139, 144, 154, 156, 196
João III, rey de Portugal, 229, 257
Kremmer, Gerard (Mercato), 261, 262
Kretschemer, Konrad, 248, 264
La Cosa, Juan de, 255
Laguarda Trias, Rolando, 48, 50, 51, 58, 215, 216
Lallemand, Ferdinand, 48
Las Casas, fray Bartolomé de, 223
Lavanha, João Baptista, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 95, 97, 99, 135, 195, 209, 237, 264
Leite, Duarte, 252
Leite Pinto, F., 98
Lindo, Manuel, 91
Linschoten, 264, 266, 267
Lisboa, G. de, 226
Lisboa, João de, 35, 42, 79, 82, 86, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 130, 131, 132, 138, 169, 171, 181, 184, 198, 208, 214, 220, 221, 222, 223, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 238, 239, 255, 256, 263, 265, 273, 275, 276
Lopes, Bastião, 132, 135
Lopes, Fernando, 20
Luis IX, rey de Francia, 247
Luis XI, rey de Francia, 34
Luís, Lázaro, 79, 85, 104, 107, 135, 169
Lull, Raimundo, 37, 243
Magalhães, Fernão de, 39, 234, 255, 264
Magino, 187
Mallorca, Jaime de, 42, 252, 253
Manuel I, rey de Portugal, 89, 95, 101, 103, 108, 115, 144, 154, 229
Manuel II, rey de Portugal, 213
Mariz Caneiro, António de, 274
Marques, Lourenço, 98, 271
Maslama, 121
Matos, Luis de, 257
Mayr, Hans, 227
Medina, Pedro de, 72, 73, 96, 130, 203, 209
Mesquita Perestrebo, Manuel, 271, 272, 274
Messahala, 88, 89, 93, 119, 120, 121
Millás Vallicrosa, J. M., 121, 147, 148, 233
Monetário, Jerónimo, 196, 197
Monteiro, Manuel, 274
Morais y Sousa, 65, 154, 159, 163, 164, 166
Moreira, Gaspar, 79, 98, 104, 107, 111, 132, 265, 275, 278
Mota, Aleixo da, 274
Motzo, Bachisio R., 248
Müller, Jahnnes (Monterregio), 141, 156, 157
Münster, Sebastião, 201, 202
Naiera, António de, 87, 135, 209
Neckam, Alexandre, 36
Neugebauer, 94
Nunes, Pedro, 42, 52, 54, 80, 87, 89, 90, 132, 135, 138, 145, 155, 156, 157, 158, 162, 173, 184, 186, 192, 195, 197, 199, 200, 202, 204, 206, 207, 209, 210, 221, 223, 231, 232, 233, 234, 236, 237, 245, 253, 257, 258, 261, 275
Oliveira, Fernando, 25
Oliveira, padre Simão de, 195, 209
Pacheco Pereira, Duarte, 37, 42, 43, 56, 60, 131, 252, 262
Paira, Alfonso de, 12
Pedro III, rey de Aragón, 29
Pedro, rey de Portugal, 18, 251
Peregrinus, Petrus (o Pierre de Maricourt), 36, 220
Pereira da Silva, Luciano, 103, 108, 124, 157, 158, 170, 171, 214
Pereira Reis, Gaspar, 268
Peres, Domingos, 199, 200, 202

Perestrelo, Bartolomeu, 46
Pérez de Moya, 199
Pessanha (familia), 22
Pessanha, Lançarote, 24
Pessanha, Manuel, 22, 23, 24, 25, 26, 31
Pentinger, Konrad, 62
Pimentel, Manuel, 92, 204, 275
Pinheiro Marques, Alfredo, 254
Pires, André, 50, 74, 82, 104, 106, 111, 115, 126, 130, 132, 133, 136, 137, 138, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 196, 198, 214, 216, 219, 244
Pires de Caramata, Francisco, 269, 270
Píteas, 48
Platón de Tívoli, 88, 121
Polo, Marco, 58
Poulle, Emmanuel, 48
Petro, João, 268, 270
Prinsep, James, 196, 211, 215
Ptolomeo, 230, 255
Purbáquio, Jorge, 199, 206
Quaresma, Pedro, 271
Ravenstein, 141, 157
Reccho, 28
Rego, Francisco Xavier do, 207
Reinel, Pedro, 225, 226, 227, 255
Reis, Manuel do, 76, 77, 78, 79, 87
Resende, André de, 199
Reutinger, Konrad, 263
Ribeiro, Diogo, 181, 192
Ribes, Jaime o Jácome, 252
Rodrigo, maestro, 156, 163
Rodrigues, Vicente, 274
Rodríguez, Francisco, 126, 127, 159, 160, 161, 162, 163, 181, 183, 185, 244, 245, 262
Ruffi, Theodorico, 200
Ruge, W., 248
Sá, Diogo de, 135
Sá, Valentim de, 87, 88, 92, 94
Sacrobosco, João de (John of Holywood), 57, 60, 253
Saintonge, Alphonso (o Jean Fonteneau), 86, 169
Santa Cruz, Alfonso de, 222, 229, 234
Saphngeberg, João, 198
Sebastião, rey de Portugal, 272, 274
Serrão Pimentel, Luís, 84, 92, 178, 180, 210
Silves, Diogo de, 46
Sintra, Pedro de, 51, 57, 62
Sintra, Vicente, 268
Soligo, Cristoforo, 254
Sousa, Martim Afonso de, 237
Stevin, 238, 262
Taylor, Eva, 50, 63, 84, 169, 225, 226
Teixeira, Luís, 94
Teixeira da Mota, 63, 227, 273
Teles da Silva, Manuel (marqués del Alegrete), 142
Tobar, Simón de, 88, 210, 232
Tornamira, Francisco, 73
Torre, Álvaro da, 197
Usodimare, 28
Vasconcelos, Frazão de, 229
Vaz, Tristão, 46,
Vaz Dourado, Fernão, 79, 104, 105, 135, 169
Veen, Adriaen, 95, 262
Velho, Álvaro, 211
Velho, Bartolomeu, 79, 104, 114, 135, 169, 196, 245, 246
Velho, Gonçalo, 47
Verlinden, Charles, 44, 251, 252, 253
Versi, Petro, 38
Vicente, Gil, 229
Vilela, Antonio, 76
Vivaldi, 27, 28
Vizinho, José, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 152, 154, 155, 156, 163
Waters, David, 34, 193
Werner, João, 199, 202, 203, 204, 205
Winter, 225, 226
Wright, Edward, 86, 132, 135, 262
Zacuto, Abrahám, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 147, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 176, 184
Zamorano, Rodrigo, 88, 130, 132, 135, 204, 280
Zorce, Alexandre, 192

ÍNDICE TOPONÍMICO

Abisinia, 12
África, 15, 18, 27, 34, 255
Agujas (cabo), 227
Ainão, 270
Ajuda (biblioteca), 148, 149, 153
Alemania, 62
Alentejo, 254
Algarve, 13, 15, 47
Algés, 24
Angoche (islas), 273
Antártida, 255
Arabia (costa), 49, 215, 266
Aragón, 22
Atlántico (océano), 15, 50, 55, 56, 63, 143, 191, 229, 230, 255
Atouquia, 12, 13
Australia, 255
Azores (islas), 46, 47, 50, 55, 56, 57, 66, 230, 263
Badajor (cabo), 29
Banca, 267, 269
Basilea (concilio), 46, 251
Bengala (golfo), 49, 60, 215, 216, 217, 266, 267, 269
Berlenga, 263
Berlín (Biblioteca del Estado Prusiano), 248
Bintão, 267, 269, 270
Bohemia, 180
Bojador (cabo), 39, 40, 49, 51, 249, 250, 251, 255
Borneo, 267, 269
Bretaña, 19
Brasil, 64, 65, 89, 98, 115, 213, 219, 227, 229, 237
Buena Esperanza (cabo), 56, 227, 271, 272
Cabo Verde, 15
Cahor, 12
Cambaya(ño), 270
Camboya (golfo), 49, 60, 212, 215, 218, 219, 267
Canarias (islas), 27, 28, 29, 30, 39, 45, 230, 252
Cantón (islas), 266
Carangrejo, 270
Carigan, 218
Castilla, 22, 30, 139
Catigara, 218
Ceilán, 266, 269
Ceuta, 45
Cexante, 263
Cochim, 108, 228, 229, 266, 268, 269
Coimbra, 149, 151, 152, 200, 280
Coimbra (Universidad), 90, 135, 152, 163, 192, 203, 208
Colombo, 266, 269
Comorin, 269
Córdoba, 88
Coromandel (costa), 216
Corrientes (cabo), 271, 272
Champelo, 267
Chaul, 109, 228
China, 35, 36, 266, 267, 268, 269
Chinacochim, 218

Chincheo, 266
Chintapilly, 216
Choromandel, 267
Dinamarca, 193
Dieppe, 255
Diu, 266
Diulcine, 217
Djedá, 218, 219
Ecuador, 55, 92, 98, 99, 126, 128, 129, 130, 133, 183, 216, 218, 246, 256, 261
España, 154, 203, 210
Europa, 27, 34, 44, 122, 141, 147, 199, 200, 211, 215, 221, 250, 255, 275
Évora, 81, 82
Finisterre (cabo), 261, 263, 264
Flandes, 12, 13, 19, 23, 26, 40
Florencia, 15, 18, 169
Francia, 12, 13, 22, 86, 196
Funchal, 46
Galia, 12
Galicia, 22, 263
Ganjan Pallor, 216
Génova, 11, 18, 21, 22, 23, 26
Goa, 76, 96, 266, 268, 269, 279
Göttingen, 248
Gran Canaria (Señorío), 46
Guardafui (cabo), 266
Guinea, 56, 66, 139, 141, 142, 143, 257, 263
Guinea (costa), 50, 55, 63, 142, 198
Guinea (golfo), 55, 142
Hemisferio Austral, 128
Hemisferio Norte, 87, 89, 93, 97, 99, 106, 111, 114, 115, 120, 121, 123, 125, 128, 129, 134, 228
Hemisferio Septentrional, 128
Hemisferio Sur, 89, 93, 97, 99, 106, 109, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 134, 140, 228
Holanda, 96
Ibérica (península), 12, 31
Ielala, 228
India, 24, 27, 49, 109, 128, 140, 144, 194, 198, 210, 211, 212, 213, 215, 218, 228, 229, 230, 257, 265, 266, 268, 269, 270, 272
Indias, 225
Índico (océano), 15, 49, 211, 255, 272
Indochina (península), 216, 217
Indostán (península), 49, 216
Inglaterra, 13, 19, 22, 24
Italia, 18, 58, 100
Jacatara, 269
Japón, 266, 268
Jave-la-Grande, 255
Jerusalén, 221
Judea, 272
Kronborg, 193
Lagos, 47
Laor, 268
Leiria, 154, 155
Leme (isla), 267
Libia, 249
Linga, 267
Lisboa, 19, 26, 28, 44, 47, 55, 56, 65, 66, 68, 69, 72, 73, 74, 76, 77, 79, 80, 101, 108, 109, 135, 136, 138, 142, 143, 152, 153, 154, 166, 180, 219, 228, 229, 230, 234, 237, 248, 252, 254, 260, 261, 263, 271, 274
Londres (National Maritime Museum), 265
Lussapura, 269
Macao, 268, 269, 270
Macassar, 268, 269, 270
Machico, 46
Madeira (isla), 45, 46, 47, 56, 69, 253
Madrid (Biblioteca de la Real Academia de Historia), 265, 273
Mala, 217
Malaca, 218, 266, 267, 268, 269
Maldiva (islas), 266
Maluco, 268, 269
Mancha (canal), 14, 25, 31
Manila, 267, 268, 269
Maputo, 271
Marsella, 12, 48
Mascate, 217
Mazón, 266
Meaxuma, 266
Meca (estrecho), 266
Mediterráneo (mar), 11, 16, 21, 25, 31, 33, 34, 41, 42, 55, 121, 243, 247

Melinde, 211, 212
Mina, 55, 142
Mondego, 151
Monopim, 269
Mosse, 268
Mozambique, 271, 272, 273
Mugia, 264
Munich, 81, 143, 166
Munich (Biblioteca del Estado), 200, 263
Nagasaki (puerto), 268, 269
Negapatam, 216
Normandía, 19
Norte (mar), 248
Nüremberg, 156
Occidente, 195, 215, 219
Odemira (villa), 23
Oporto, 13
Orden de Cristo (islas), 45
Oriente, 194, 199, 215, 217, 218, 228, 229, 265
Oriente Próximo, 48
Ormuz, 266, 269, 270
Oro (ño), 29, 250
Pan, 269
París (Biblioteca Nacional), 29, 33, 248, 252, 257, 265
Pegu, 268
Pérsico (golfo), 217
Piedra Blanca, 268, 269
Plasencia, 18
Polo Antártico, 102, 103
Polo Ártico, 57
Polo Norte, 52, 57
Polo Sur, 113
Pondichorry, 216
Porto Santo, 46
Portugal, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 31, 32, 38, 42, 43, 44, 45, 49, 51, 54, 56, 65, 73, 90, 124, 131, 132, 135, 139, 141, 143, 144, 149, 150, 152, 153, 154, 157, 166, 168, 169, 193, 195, 197, 199, 202, 203, 204, 229, 239, 249, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 262, 263
Praga, 265
Praga (Biblioteca del Museo Nacional), 264
Praia, 15
Primeras (islas), 273
Puerto Pequeño, 266, 267, 269
Pulo Cantón, 267, 268
Pulo Condor, 267, 269
Pulo Laor, 267, 269, 270
Pulo Sisir, 267, 270
Pulo Timón, 268, 269
Pulo Tuijo, 270
Punta de Calymere, 216
Punta de Negrais, 268
Punta de Palmeras, 216
Rea (isla), 270
Ribera Grande, 15
Rochelle, 19
Rojo (mar), 49, 212
Roma, 25, 29
Roquebe, 270
Sabbão, 269
Salajar, 268
Salamanca, 139, 145, 154, 166
San Lorenzo (isla), 272
San Vicente (cabo), 261
Sanchoão, 270
Santa Bárbara, 269
Santa Elena (bahía), 140, 194
Santo Tomé de Meliaper, 267
Santagão, 267
Santarém, 29
Santiago (isla), 15
Sargazo (mar), 56
Selir, 12
Sevilla, 19, 39, 222, 234
Siam, 266, 267, 270
Sicilia, 47
Simancas (archivo), 195
Singapur, 268
Sirião, 268
Sofala, 271, 272
Solor, 269, 270
Sorlinga, 263
Sumatra (isla), 217
Sunda, 266, 269

Terra Nova, 225, 226, 227
Tierra de Santa Cruz, 65
Timor, 270
Tonquim, 270
Tordesillas (Tratado), 143
Torre de Tombo (archivo nacional), 85, 144, 149, 153, 169
Tortosa, 148
Trento (concilio de), 15
Trincolamee, 216
Triquamale, 266
Trópico de Cáncer, 121, 131, 142, 259, 261
Trópico de Capricornio, 131, 217, 259
Túnez, 34, 247
Umbra, 266
Vaticano (archivo), 30
Venecia, 11, 19
Viana do Castelo, 254
Wolfenbüttel (biblioteca), 126, 127

Las Colecciones MAPFRE 1492 constituyen el principal proyecto de la Fundación MAPFRE AMÉRICA. Formado por 19 colecciones, recoge más de 250 obras. Los títulos de las Colecciones son los siguientes:

AMÉRICA 92

INDIOS DE AMÉRICA

MAR Y AMÉRICA

IDIOMA E IBEROAMÉRICA

LENGUAS Y LITERATURAS INDÍGENAS

IGLESIA CATÓLICA EN EL NUEVO MUNDO

REALIDADES AMERICANAS

CIUDADES DE IBEROAMÉRICA

PORTUGAL Y EL MUNDO

LAS ESPAÑAS Y AMÉRICA

RELACIONES ENTRE ESPAÑA Y AMÉRICA

ESPAÑA Y ESTADOS UNIDOS

ARMAS Y AMÉRICA

INDEPENDENCIA DE IBEROAMÉRICA

EUROPA Y AMÉRICA

AMÉRICA, CRISOL

SEFARAD

AL-ANDALUS

EL MAGREB

Terra Brava, 205, 209, 247
Terra de Santa Cruz, 95
Texas, 278
[illegible], 270
Tordesillas (Tratado), 95
Torre do Tombo (archivo nacional), 40, 144, 149, 171, 229
Toscana, 148
Tesoro (Tesorillo del), 83
Trinchimbes, 215
Trapobana, 208
Tratado de Alcaçovas, 131, 132, 142, 259, 261
Tratado de Tordesillas, 131, 212, 259
Túnez, 16, 287
[illegible], 266
Vaticano (Biblioteca), 91
Venecia, 51, 60
Viana do Castelo, 254
Wolfenbüttel (Biblioteca), 128, 182

Las Colecciones MAPFRE 1492 constituyen el principal proyecto de la Fundación MAPFRE AMÉRICA. Formado por 19 colecciones, recoge más de 270 obras. Los títulos de las Colecciones son los siguientes:

AMÉRICA 92

INDIOS DE AMÉRICA

MAR Y AMÉRICA

IDIOMA E IBEROAMÉRICA

LENGUAS Y LITERATURAS INDÍGENAS

IGLESIA CATÓLICA EN EL NUEVO MUNDO

REALIDADES AMERICANAS

CIUDADES DE IBEROAMÉRICA

PORTUGAL Y EL MUNDO

LAS ESPAÑAS Y AMÉRICA

RELACIONES ENTRE ESPAÑA Y AMÉRICA

ESPAÑA Y ESTADOS UNIDOS

ARMAS Y AMÉRICA

INDEPENDENCIA DE IBEROAMÉRICA

EUROPA Y AMÉRICA

AMÉRICA, CRISOL

SEFARAD

AL-ANDALUS

EL MAGREB

Las Colecciones MAPFRE 1492 constituyen el principal proyecto de la Fundación MAPFRE AMÉRICA. Formado por 19 colecciones, recoge más de 270 obras. Los títulos de las Colecciones son los siguientes:

AMÉRICA 92

INDIOS DE AMÉRICA

MAR Y AMÉRICA

IDIOMA E IBEROAMÉRICA

LENGUAS Y LITERATURAS INDÍGENAS

IGLESIA CATÓLICA EN EL NUEVO MUNDO

REALIDADES AMERICANAS

CIUDADES DE IBEROAMÉRICA

PORTUGAL Y EL MUNDO

LAS ESPAÑAS Y AMÉRICA

RELACIONES ENTRE ESPAÑA Y AMÉRICA

ESPAÑA Y ESTADOS UNIDOS

ARMAS Y AMÉRICA

INDEPENDENCIA DE IBEROAMÉRICA

EUROPA Y AMÉRICA

AMÉRICA, CRISOL

SEFARAD

AL-ANDALUS

EL MAGREB

Este libro se terminó de imprimir
en los talleres de Mateu Cromo Artes Gráficas, S. A.
en el mes de agosto de 1992.

El libro *Historia de la navegación portuguesa,* de Luis de Albuquerque, forma parte de la Colección «Portugal y el mundo», cuyos títulos analizan la acción desarrollada por Portugal, centro pionero en los descubrimientos y la expansión ultramarina en América, África y Asia.

COLECCIÓN PORTUGAL Y EL MUNDO

- Historia de la navegación portuguesa.

En preparación:

- Portugal en el Brasil.
- Portugal en el África negra atlántica.
- Portugal entre dos mares.
- Portugal y Oriente:
  - El proyecto indiano del Rey Juan hasta la llegada de los holandeses al Índico. (1481-1596).
  - Decadencia, refundación y supervisión del Asia portuguesa.
  - Viajeros y aventureros portugueses en Asia.
- Portugal en las islas del Atlántico.

DISEÑO GRÁFICO: JOSÉ CRESPO

La Fundación MAPFRE América, creada en 1988, tiene como objeto el desarrollo de actividades científicas y culturales que contribuyan a las siguientes finalidades de interés general:

Promoción del sentido de solidaridad entre los pueblos y culturas ibéricos y americanos y establecimiento entre ellos de vínculos de hermandad.

Defensa y divulgación del legado histórico, sociológico y documental de España, Portugal y países americanos en sus etapas pre y postcolombina.

Promoción de relaciones e intercambios culturales, técnicos y científicos entre España, Portugal y otros países europeos y los países americanos.

MAPFRE, con voluntad de estar presente institucional y culturalmente en América, ha promovido la Fundación MAPFRE América para devolver a la sociedad americana una parte de lo que de ésta ha recibido.

Las *Colecciones MAPFRE 1492,* de las que forma parte este volumen, son el principal proyecto editorial de la Fundación, integrado por más de 250 libros y en cuya realización han colaborado 330 historiadores de 40 países. Los diferentes títulos están relacionados con las efemérides de 1492: descubrimiento e historia de América, sus relaciones con diferentes países y etnias, y fin de la presencia de árabes y judíos en España. La dirección científica corresponde al profesor José Andrés-Gallego, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

EDITORIAL
MAPFRE

9 788471 003652